

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

**ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Η επίδραση σιτηρεσίων χαμηλού πρωτεϊνικού επιπέδου στην ανάπτυξη  
του εκτρεφόμενου σαλιγκαριού *Helix aspersa***

**ΣΑΒΒΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΒΟΛΟΣ 2010**

**Η επίδραση σιτηρεσίων χαμηλού πρωτεϊνικού επιπέδου στην ανάπτυξη του  
εκτρεφόμενου σαλιγκαριού *Helix aspersa***

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή :**

**1) Χρήστος Νεοφύτου**, Καθηγητής, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (*Επιβλέπων*)

**2) Μαριάνθη Χατζηιωάννου**, Λέκτορας υπό διορισμό, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (*μέλος*)

**3) Ιωάννης Καραπαναγιωτίδης**, Λέκτορας υπό διορισμό, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (*μέλος*)

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το πνευμονοφόρο γαστερόποδο (*Helix aspersa*) αποτελεί ένα από τα κυριότερα εμπορεύσιμα είδη σαλιγκαριών παγκοσμίως και παράλληλα εκτρέφεται με επιτυχία τα τελευταία χρόνια σε πολλές χώρες. 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. Στις ανοιχτές-εκτατικές εκτροφές, τα σαλιγκάρια, ως αποκλειστικά φυτοφάγοι οργανισμοί, διατρέφονται με χλωρές τροφές, όπως π.χ. φυλλώδη λαχανικά, δημητριακά, χόρτα κ.λπ. Στην εντατική εκτροφή η διατροφή του είδους στηρίζεται στην παροχή αποξηραμένων (τεχνητών) σιτηρεσίων που αποτελούνται από συστατικά φυτικής προέλευσης και ενισχυμένου περιεχομένου σε ασβέστιο. Η κοινή πρακτική στις σαλιγκαροτροφικές μονάδες είναι η χορήγηση ορنيθοτροφών και μεγάλων ποσοτήτων (12-30%) μαρμαρόσκονης ως κύριας πηγής ασβεστίου. Ωστόσο, οι επιστημονικές γνώσεις μας σχετικά με τις απαιτήσεις του είδους σε θρεπτικά συστατικά είναι περιορισμένες. Τα δεδομένα σχετικά με τις διαιτητικές απαιτήσεις του είδους σε πρωτεΐνη είναι κριτικής σημασίας για την επίτευξη της μέγιστης ανάπτυξης των ζώων. Ο καθορισμός του άριστου επιπέδου πρωτεΐνης στο σιτηρέσιο θα συμβάλει στην οικονομικότητα της παραγωγής μέσω της μείωσης του κόστους τροφής, που αποτελεί μία από τις σημαντικότερες λειτουργικές δαπάνες στις μονάδες εκτροφής σαλιγκαριών.

Διατροφικό πείραμα διάρκειας 31 ημερών διεξήχθη με σκοπό τη μελέτη των επιδράσεων διαφορετικών διαιτητικών επιπέδων πρωτεΐνης στην ανάπτυξη του *Helix*

*aspersa* στις εγκαταστάσεις του Εργαστηρίου Εκτροφής Γαστεροπόδων του Τμήματος. Ο γόνος, ηλικίας 30 ημερών, που χρησιμοποιήθηκε προήλθε από μονάδα εκτροφής. Συνολικά 240 ζώα, μέσου βάρους  $0,33 \pm 0,11$  g κατανεμήθηκαν τυχαία σε 12 κλουβιά ανάπτυξης, χωρητικότητας 8 L ο καθένας. Οι συνθήκες που επικρατούσαν στους κλουβιά ανάπτυξης, ήταν πλήρως ελεγχόμενες: φωτοπερίοδος 13:11 L:D, θερμοκρασία  $21 \pm 1$  °C, σχετική υγρασία 95%. Τα σαλιγκάρια διατράφηκαν με 4 ισοενεργειακά σιτηρέσια (3 επαναλήψεις για κάθε σιτηρέσιο) που διέφεραν μόνο στο ποσοστό περιεχόμενης πρωτεΐνης που ήταν 7,87%, 10,12%, 11,73%, 14,12%. Το τάισμα γίνονταν 3 φορές την εβδομάδα σε κορεσμό και η καταναλισκόμενη ποσότητα τροφής υπολογίζονταν μέσω της ζύγισης της εναπομείνουσας τροφής. Την ημέρα παροχής νέας τροφής, γίνονταν παράλληλα ο καθαρισμός των κλουβιών για την απομάκρυνση των περιττωμάτων και της βλέννας. Η αύξηση του βάρους των ζώων καταμετρήθηκε συνολικά 3 φορές κατά τη διάρκεια του πειράματος με ζύγιση κάθε ατόμου ξεχωριστά, με ζυγό ακριβείας.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>8</b>
1.1 Γενικά .....	8
1.2 Περιγραφή του <i>Helix aspersa</i> .....	10
1.2.1 Συστηματική κατάταξη .....	10
1.2.2 Γεωγραφική εξάπλωση .....	11
1.2.3 Μορφολογία και βιολογία του <i>Helix aspersa</i> .....	12
1.2.4 Βιολογικός κύκλος του <i>Helix aspersa</i> .....	15
1.3 Μέθοδοι εκτροφής του <i>H. aspersa</i> .....	18
1.3.1 Κλειστή ή εντατική εκτροφή .....	18
1.3.2 Ανοιχτή ή εκτατική εκτροφή .....	19
1.3.3 Μικτή εκτροφή .....	20
1.4 Διατροφική αξία σαλιγκαριών .....	21
1.5 Διατροφή του <i>H. aspersa</i> σε συνθήκες εκτροφής.....	25
1.6 Σκοπός έρευνας - Διατροφικό πείραμα .....	28
<b>2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....</b>	<b>29</b>
2.1. Προέλευση πειραματόζωων και συνθήκες εκτροφής.....	29
2.2. Πειραματικά σιτηρέσια.....	30
2.3 Ταΐσμα – καθημερινοί χειρισμοί.....	33
2.4 Δειγματοληψίες – μετρήσεις βάρους.....	34
2.5 Χημικές αναλύσεις .....	35
2.5.1 Προσδιορισμός ξηρής ουσίας.....	35
2.5.2 Προσδιορισμός αζωτούχων ενώσεων .....	35

2.5.3 Προσδιορισμός ολικών λιπιδίων .....	37
2.5.4 Προσδιορισμός τέφρας.....	37
2.6. Παράμετροι αύξησης και αξιοποίησης της τροφής.....	39
2.6.1 Αύξηση ολικού βάρους σαλιγκαριών .....	39
2.6.2 Ποσοστό αύξησης ολικού βάρους .....	39
2.6.3 Ημερήσια αύξηση .....	40
2.6.4 Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης .....	40
2.6.5 Συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής .....	40
2.7. Στατιστική ανάλυση .....	41
<b>3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>42</b>
3.1 Παράμετροι αύξησης.....	42
3.2 Παράμετροι αξιοποίησης της τροφής.....	45
<b>4.ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>	<b>47</b>
<b>5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>57</b>
<b>6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>58</b>
<b>7. Abstract .....</b>	<b>65</b>

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Γενικά

Τα σαλιγκάρια αποτελούν τροφή για τον άνθρωπο εδώ και πολλούς αιώνες και σήμερα καταναλώνονται από εκατομμύρια ανθρώπους παγκοσμίως, ειδικότερα στις ευρωπαϊκές χώρες, όπως για παράδειγμα στη Γαλλία. (Jess and Marks, 1998; Murphy, 2001). Αναφορικά με την παγκόσμια παραγωγή και κατανάλωση εδώδιμων σαλιγκαριών, δεν υπάρχουν επίσημα καταγεγραμμένα στοιχεία. Ο Daguzan (1989) αναφέρει πως η κατανάλωση εδώδιμων σαλιγκαριών στη Γαλλία ανέρχεται σε 40.000 τόνους ετησίως. Όλα τα μεγάλα σαλιγκάρια είναι εδώδιμα, αλλά μόνο λίγα έχουν εμπορική αξία. Αυτά είναι κυρίως είδη της οικογένειας *Achatinidae* και τρία είδη του γένους *Helix* (Χατζηϊωάννου, 2007).

Μέχρι σήμερα έχουν ταξινομηθεί περίπου 4.000 είδη του γένους *Helix*, από τα οποία 400 περίπου απαντώνται στην Ευρώπη και μόνο τέσσερα χρησιμοποιούνται εμπορικά. Από αυτά, το *Helix aspersa* (κρητικός κοχλίας) αξιοποιείται σε διεθνή εμπορική κλίμακα και καλύπτει το 40% της παγκόσμιας κατανάλωσης, το *Helix pomatia* («άσπρο» ή «σαλιγκάρι των βουνών») σε ποσοστό 28%, το *Helix lucorum* («μαυροσαλίγκαρο» ή «σαλιγκάρι των δασών») σε ποσοστό 22%, το *Eobania vermiculata* (Müller) σε ποσοστό 8,5% και τα υπόλοιπα σε ποσοστό 1,5% του εμπορίου (Lazaridou –Dimitriadou et al., 1998). Από τα παραπάνω είδη, η σαλιγκαροτροφία είναι εφικτή και οικονομικά κερδοφόρα μόνο για το *Helix aspersa* (Elmslie, 1989; Daguzan, 1989a). Τα σαλιγκάρια της οικογένειας *Helicidae* παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον από οικονομικής πλευράς, καθώς αποτελούν εμπορικά είδη τα οποία χρησιμοποιούνται σε διάφορες χώρες του



κόσμου για κατανάλωση. Το είδος *Helix aspersa* είναι αυτό που κυρίως καταναλώνεται και λόγω της υψηλής προσαρμοστικότητας και παραγωγικότητας του έχει χρησιμοποιηθεί περισσότερο από άλλα είδη σε εκτροφές εμπορικής κλίμακας (Jess & Marks, 1995).

Η Ελλάδα παρουσιάζει μια αξιοσημείωτη προσφορά σαλιγκαριών στην αγορά της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καθώς από το έτος 1995 έως και το 2006 η συνολική της εξαγωγή ποσότητα φτάνει τους 693,88 τόνους (Μάνδαλος, 2008). Οι εισαγωγές της Ελλάδας από την αγορά της Ευρωπαϊκής Ένωσης κινούνται σε πολύ χαμηλά επίπεδα με εξαίρεση ίσως το έτος 1995 (Μάνδαλος, 2008). Ο κλάδος της μεταποίησης των εδώδιμων σαλιγκαριών στην Ελλάδα από τις αρχές της δεκαετίας του '70 μέχρι και τα τέλη της δεκαετίας του '90 σημείωσε μία εντυπωσιακή ανάπτυξη με την ίδρυση πολλών μεταποιητικών μονάδων (Γκόγκας και συν., 2005).

Από το 1985 τα φυσικά αποθέματα των εδώδιμων σαλιγκαριών στην Ελλάδα έχουν αρχίσει να μειώνονται, τόσο εξαιτίας της εντατικής συλλογής ή της υποβάθμισης του φυσικού τους περιβάλλοντος, που προκαλείται από τη μη συντηρούμενη ανάπτυξη (αποψίλωση των δασών, εντατικοποίηση της αγροτικής καλλιέργειας, πυρκαγιές, επέκταση των αστικών περιοχών κ.λπ.), όσο και από άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες (Lazaridou-Dimitriadou *et al.*, 1998). Εξαιτίας της μείωσης των άγριων πληθυσμών του *Helix aspersa* στη φύση επιβλήθηκε η ανάγκη ανάπτυξης αξιόπιστων μεθόδων εκτροφής σαλιγκαριών (Daguzan, 1989). Έτσι, απαιτείται η ανάπτυξη εντατικών συνθηκών εκτροφής κάτω από ελεγχόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες, μειώνοντας το χρόνο ωριμότητας από 18 έως 24 μήνες που απαιτείται σε εκτατικές συνθήκες εκτροφής, σε 6 μήνες σε εντατικές συνθήκες. Η βελτίωση της γονιμότητας των σαλιγκαριών στους εκτρεφόμενους πληθυσμούς αποτελεί μία σημαντική προϋπόθεση για την εντατική παραγωγή.

Η σαλιγκαροτροφία είναι μία εναλλακτική εκτροφή στη Βραζιλία, όπου το κλίμα είναι ιδανικό γι' αυτού του είδους τη δραστηριότητα. Το κλίμα και άλλοι παράγοντες καταδεικνύουν την ανάγκη για την έρευνα των ευνοϊκών κλιματικών συνθηκών για τα σαλιγκάρια (Ferraz, 1999; Rodrigues, 1991). Στην Ιταλία, στην Αυστραλία, στην Ισπανία και στη Γαλλία έχουν αναπτυχθεί μέθοδοι εκτατικής και εντατικής εκτροφής σαλιγκαριών (Δεσποτοπούλου, 2008).

Τα σαλιγκάρια, επίσης, έχουν χρησιμοποιηθεί σε πολλές περιπτώσεις για την παρασκευή φαρμακευτικών προϊόντων αλλά και για την παρασκευή καλλυντικών. Ήδη, από την αρχαιότητα υπάρχουν μαρτυρίες για τη χρήση παρασκευασμάτων με βάση τα σαλιγκάρια για τη θεραπεία του σκορβούτου της δυσπεψίας, του στομαχόπου, της βρογχίτιδας και της φυματίωσης, ενώ από τις αρχές του περασμένου αιώνα χρησιμοποιούνται και για τη θεραπεία των ασθενειών του αναπνευστικού συστήματος και του κοκίτη (Gallo, 1986; Μαρκάκης, 1990).

## 1.2 Περιγραφή του *helix aspersa*

### 1.2.1 Συστηματική κατάταξη

Το σαλιγκάρι *H. aspersa* ανήκει στην κλάση των Γαστερόποδων του φύλου Μαλάκια. Είναι στυλομματοφόρο σαλιγκάρι, πνευμονοφόρο και ανήκει στην οικογένεια των *Helicidae*. Το φύλο των Μαλακίων είναι το πολυπληθέστερο στο ζωικό βασίλειο μετά από αυτό των Αρθροπόδων. Η πολυπληθέστερη κλάση είναι αυτή των Γαστεροπόδων καθώς περιλαμβάνει περίπου 30.000 – 35.000 είδη, τα οποία κατανέμονται σε 230 οικογένειες και 1640 γένη (Solem, 1977; Morton, 1979). Η συστηματική κατάταξη του σαλιγκαριού *H. aspersa* δίνεται στον Πίνακα 1.

**Πίνακας 1: Η συστηματική κατάταξη του σαλιγκαριού *H. aspersa*.**

Βασίλειο:	Animalia	
Φύλο:	Mollusca	(Μαλάκια)
Κλάση:	Gastropoda	(Γαστερόποδα)
Υποκλάση:	Pulmonata	(Πνευμονοφόρα)
Τάξη:	Stylommatophora	(Στυλομματοφόρα)
Υπόταξη:	Elasmognatha (Holorpoda)	(Ελασμόγναθα)
Υπεροικογένεια:	Helicacea	
Οικογένεια:	Helicidae	
Γένος:	<i>Helix</i>	
Είδος:	<i>Helix aspersa</i> (Müller, 1774)	

### 1.2.2 Γεωγραφική εξάπλωση

Το σαλιγκάρι *H. aspersa* είναι ένα από τα πιο επιτυχημένα είδη «εποικιστών» μεταξύ των χερσαίων πνευμονοφόρων γαστερόποδων, κάτι που αποδίδεται στην εξαιρετική ικανότητα προσαρμογής, η οποία είναι αποτέλεσμα των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του αναπαραγωγικού του συστήματος (π.χ. πολλαπλό ζευγάρι) και του βιολογικού του κύκλου (Selander and Kaufman, 1975; Madec and Daguzan, 1993). Γενικά, προτιμά υγρές περιοχές με ήπιο κλίμα, ελαφρύ έδαφος και χαμηλό υψόμετρο, αν και μερικές φορές συναντάται και σε υψόμετρο 1.000 m (Gallo, 1986; Δεσποτοπούλου, 2008).

Θεωρείται είδος μεσογειακής καταγωγής, το οποίο με την ανθρώπινη παρέμβαση έχει διαδοθεί σε διάφορες εύκρατες και τροπικές περιοχές, ώστε πλέον συναντάται σε

πολλές περιοχές του κόσμου (Selander and Kaufman, 1975; Bleakney *et al.*, 1989). Εκτός από τις παραμεσόγειες χώρες, είναι ευρύτατα διαδεδομένο στις ωκεάνιες χώρες της Δ. Ευρώπης (κυρίως στη Γαλλία), ενώ σποραδικά συναντάται στην Κ. Ευρώπη, στη Β. Αφρική και στην Α. Ασία. Ήδη από το 1859, το είδος αυτό έχει μεταφερθεί στην περιοχή της Καλιφόρνιας και από εκεί εξαπλώθηκε και σε άλλες δυτικές πολιτείες των Η.Π.Α. (Selander and Kaufman, 1975). Τα τελευταία χρόνια έχει μεταφερθεί στη Ν. Αφρική, στο Μεξικό, στη Ν. Αμερική και στην Αυστραλία (Gallo, 1986).

Στη χώρα μας είναι ευρύτατα διαδεδομένο στη νότια ηπειρωτική χώρα (από το νόμο Φθιώτιδας και νοτιότερα) και στα νησιά (ιδιαίτερα στην Κρήτη, αλλά και στα νησιά του Αιγαίου, όπου εκεί η οικογένεια *Helicidae* γενικότερα καταλαμβάνει το 30% της συνολικής χλωρίδας των μαλακίων) (Μαρκάκης, 1990).

### **1.2.3 Μορφολογία και βιολογία του *Helix aspersa***

Το σχήμα του κελύφους είναι κωνικοσφαιρικό και κυρτό στην κορυφή. Περιελίσσεται δεξιόστροφα γύρω από έναν κεντρικό άξονα, το στυλίσκο, σχηματίζοντας 4-5 σπείρες χωρίς να σχηματίζει ομφαλό. Το χρώμα και το πάχος του ποικίλουν ανάλογα με την ηλικία του ζώου και το περιβάλλον. Συνήθως είναι καστανοκίτρινο και παρεμβάλλονται σκούρες ζωνώσεις που ποικίλουν σε αριθμό και πλάτος. Οι βασικές λειτουργίες του κελύφους είναι η προστασία του ζώου από περιβαλλοντικές αλλαγές (ιδιαίτερα από την απώλεια νερού), ενώ συμμετέχει και στο μεταβολισμό του ασβεστίου. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η ικανότητα αναγέννησης του κελύφους, η οποία εξαρτάται από το σημείο το οποίο αναγεννάται (γίνεται με μεγαλύτερη ταχύτητα στην περιφέρεια παρά

στο εσωτερικό του κελύφους), αλλά και από τις περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμοκρασία, συγκέντρωση ασβεστίου και αλάτων κ.ά.).

Το κέλυφος του ζώου δημιουργείται από τις εκκρίσεις της επιδερμίδας του μανδύα, μια πτύχωση του δέρματος στην εσωτερική επιφάνεια του κελύφους, με απόθεση κρυστάλλων ανθρακικού ασβεστίου σε μια μήτρα οργανικής σύστασης. Το συνολικό ποσοστό ανθρακικού ασβεστίου είναι περίπου 98-99 % και 1-2 % αποτελείται από διάφορες οργανικές ουσίες (Δεσποτοπούλου, 2006). Το κέλυφος των ώριμων ατόμων μπορεί να φτάσει τα 30 mm ύψος και 35,5 mm διάμετρο. Κατά την αναγέννηση του, ειδικά αμοιβαδοκύτταρα μεταφέρουν ασβέστιο από άλλα σημεία του κελύφους και του σώματος στην τραυματισμένη περιοχή (Wagge, 1952). Το βάρος του ενήλικου *H. aspersa* κυμαίνεται από 8-28 g. Στη φύση χρειάζεται 2-3 χρόνια για να φτάσει στο μέγιστο βάρος και να γίνει αναπαραγωγικά ώριμο (Daguzan, 1989).

Το σαλιγκάρι *H. aspersa* είναι φυτοφάγο ζώο το οποίο τρέφεται με φύλλα, καρπούς και τρυφερούς βλαστούς των φυτών. Το πεπτικό σύστημα του ζώου αποτελείται από το στόμα, τη στοματική κοιλότητα, τον οισοφάγο, το στομάχο, το έντερο και τον πεπτικό αδένα. Η στοματική κοιλότητα φέρει την υποτυπώδη γνάθο και το ζύστρο. Η γνάθος είναι μια γερή χιτινώδης τοξοειδής κατασκευή που εντοπίζεται πίσω από το άνω χείλος του στόματος. Το ζύστρο είναι μια μεμβρανώδης κατασκευή κατά μήκος της στοματικής κοιλότητας που φέρει πολυάριθμα δόντια, μέχρι και 20.000, τα οποία βρίσκονται διαταγμένα σε πολλές σειρές. Λόγω της ικανότητας που έχει να κινείται μπρος-πίσω συντελεί, μαζί με τον σίελο που παράγεται από τους σιελογόνους αδένες, στη λειοτρίβιση της τροφής πριν αυτή καταλήξει στο στομάχι. Η αντικατάσταση των παλιών ή κατεστραμμένων δοντιών του ζύστρου γίνεται με τη βοήθεια ενός χόνδρου, του

*οδοντοφόρου*, που βρίσκεται στη βάση της στοματικής κοιλότητας. Τα αρχικά στάδια της πέψης γίνονται στο στομάχι και ολοκληρώνονται στον πεπτικό αδένα. Στην απέκκριση των προϊόντων του μεταβολισμού συμμετέχει ο νεφρός, ο οποίος καταλήγει μέσω του ουρητήρα στην απεκκριτική οπή που βρίσκεται κοντά στην έδρα (Selander and Kaufman, 1975).

Η αναπνοή του ζώου γίνεται μέσω ενός αγγειοβριθούς οργάνου, του *πνεύμονα*. Ο αέρας εισέρχεται από το *πνευμονόστομα* για να καταλήξει στον υποτυπώδη πνεύμονα, όπου και γίνεται η ανταλλαγή των αερίων. Εκτός από την αναπνοή μέσω του πνεύμονα, το σαλιγκάρι *H. aspersa* αναπνέει και μέσω της επιδερμίδας του ποδιού που είναι εκτεθειμένη στον αέρα. Το σώμα του ζώου αποτελείται ουσιαστικά από την κεφαλή, το πόδι, το μανδύα και τη σπλαχνική μάζα. Στην κεφαλή εντοπίζονται το στόμα, οι κεραίες (δύο μεγάλες, οι οποίες φέρουν τους απλούς οφθαλμούς και δύο μικρές) που λειτουργούν ως όργανα αφής, και ο γεννητικός πόρος στη δεξιά πλευρά της κεφαλής. Το πόδι αποτελεί μια σαρκώδη μάζα που καθορίζει την κίνηση του ζώου. Το *H. aspersa* κινείται με κυματοειδείς συσπάσεις πάνω σε επιφάνειες τις οποίες έχει επικαλύψει προηγουμένως με βλέννα, μια ουσία με υψηλή συγκέντρωση σε νερό (88,9 %), και η οποία διευκολύνει την έρπυση του ζώου και ταυτόχρονα αποτρέπει τον τυχόν τραυματισμό του ποδιού (Daguzan, 1989a).

#### **1.2.4 Βιολογικός κύκλος του *Helix aspersa***

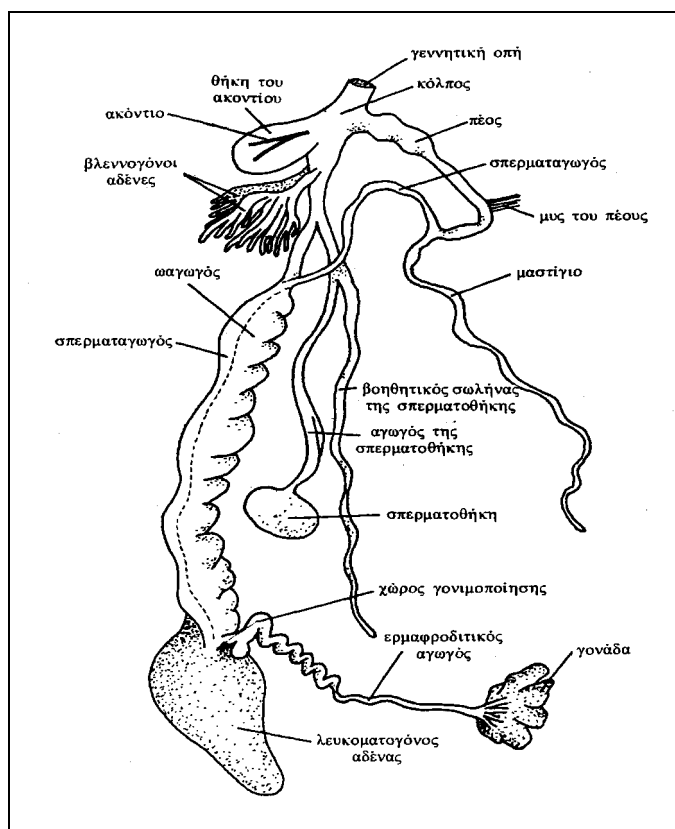
Τα χερσαία Γαστερόποδα, είναι πιο δραστήρια σε περιβάλλον αυξημένης υγρασίας και κατά τη διάρκεια της νύχτας. Το 99 % της δραστηριότητας των σαλιγκαριών, συμπεριλαμβανομένης της τροφοληψίας, εμφανίζεται κατά τη διάρκεια της νύχτας (Elmslie,

1989). Σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και χαμηλής ατμοσφαιρικής υγρασίας, (όπως οι καλοκαιρινοί μήνες στις Μεσογειακές χώρες) σφραγίζουν το στόμιο του κελύφους με μία μεμβράνη τριών στρώσεων, το επίφραγμα. Τα χερσαία γαστερόποδα μπορούν συχνά να βρεθούν σε τέτοιες συνθήκες (σε βραχώδεις και υπήνεμες ή κλειστές περιοχές). Η κατάσταση αυτή χαρακτηρίζεται ως διάπαυση (θερινή νάρκη). Στη φάση αυτή παραμένουν για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς δραστηριότητα και μπορεί να επιβιώσουν έτσι για αρκετούς μήνες (Ansart and Vernon, 2003; Madec, 2003). Οι πληθυσμοί του *H. aspersa* που επιβιώνουν σε ψυχρές κλιματικές ζώνες εμφανίζουν και χειμερία νάρκη. Στην εύκρατη ζώνη οι κύριες περίοδοι αύξησης των σαλιγκαριών στη φύση είναι η Άνοιξη και το Φθινόπωρο (Ansart and Vernon, 2003; Madec, 2003).

Το συγκεκριμένο είδος, όπως και όλα τα χερσαία γαστερόποδα, είναι ερμαφρόδιτο και υποχρεωτικά ετερογονιμοποιούμενο (Koene and Chase, 1998a). Η αναπαραγωγική περίοδος του *H. aspersa* στις περιοχές της Μεσογείου συμβαίνει αργά την άνοιξη ή νωρίς το καλοκαίρι (Potts, 1975). Οι Igglessias *et al.*, (1996) αναφέρουν ότι το *H. aspersa* 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; Χατζηιωάννου, 2007).

Το *H. aspersa* είναι ερμαφρόδιτο ζώο, απαιτεί όμως τη συμβολή και δεύτερου ατόμου για την αναπαραγωγή του, γι αυτό χαρακτηρίζεται ως ανεπαρκές ερμαφρόδιτο σαλιγκάρι. Στο Σχ. 1, απεικονίζεται το γεννητικό σύστημα του *H. aspersa*. Κατά το ζευγάρωμα γίνεται αμοιβαία ανταλλαγή σπερματοζωαρίων ή μονομερής μεταφορά προς το άλλο άτομο. Παρόλο που υπάρχει και η ικανότητα αυτογονιμοποίησης, η περίπτωση αυτή θεωρείται απίθανη ή τουλάχιστον εξαιρετικά σπάνια για το *H. aspersa*, αλλά και για την

οικογένεια *Helicidae* γενικότερα.(Duncan, 1975; Selander & Kaufman, 1974). Το γεγονός αυτό αποδίδεται τόσο στην πρωτανδρική ωρίμανση του ζώου (τα σπερματοζωάρια δηλαδή ωριμάζουν πιο νωρίς από ότι τα ωάρια), όσο και σε διαφορετικούς ανατομικούς φραγμούς (Tompa, 1984).



**Σχήμα 1.** Γεννητικό σύστημα του σαλιγκαριού *Helix aspersa* (Δεσποτοπούλου, 2006).

Η αύξηση του *H. aspersa* στη φύση εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες κάθε περιοχής, κυριότερες από τις οποίες είναι η θερμοκρασία, η υγρασία και ο φωτοπεριοδισμός. Συνήθως προτιμά θερμοκρασίες μεταξύ 10-20 °C και υψηλό ποσοστό υγρασίας (70-95 %) (Charrier and Daguzan, 1980). Στην Ελλάδα ο μέγιστος ρυθμός αύξησης του είδους αυτού παρατηρείται την άνοιξη, οπότε και επικρατούν οι ευνοϊκότερες συνθήκες για την αύξησή του, ενώ αναπαράγεται το φθινόπωρο, κατά τη διάρκεια του



οποίου ο ρυθμός αύξησης σχεδόν μηδενίζεται (Λαζαρίδου-Δημητριάδου και Κάττουλας, 1985; Lazaridou-Dimitriadou and Bailey, 1991). Το χειμώνα τα ώριμα άτομα του *H. aspersa* εκκρίνουν ένα έως τρία μεμβρανώδη επιφράγματα και ναρκώνονται (χειμερία νάρκη), οπότε ο ρυθμός αύξησης μηδενίζεται (Lazaridou- Dimitriadou and Kattoulas, 1981; Lazaridou- Dimitriadou and Bailey, 1991). Κατά τη διάρκεια του χειμώνα τα ανώριμα άτομα δεν πέφτουν σε χειμερία νάρκη, αλλά «κρύβονται» στο έδαφος ή κάτω από διάφορα αντικείμενα.

Το κυριότερο μορφολογικό κριτήριο που χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση της αύξησης των σαλιγκαριών είναι η μέγιστη διάμετρος του κελύφους. Οι Charrier and Daguzan, (1978) διακρίνουν τρία διαφορετικά στάδια αύξησης του *H. aspersa* (χωρίς να περιλαμβάνουν το στάδιο των νεοεκκολαπτόμενων ατόμων ), το «στάδιο των νεαρών» ατόμων με μέγιστη διάμετρο κελύφους 3-21,3 mm, το «στάδιο των ανώριμων ενηλίκων» ατόμων με μέγιστη διάμετρο κελύφους 21,3-28 mm, το «στάδιο των ώριμων ενηλίκων» ατόμων με μέγιστη διάμετρο μεγαλύτερη των 28 mm. Τα ώριμα ενήλικα άτομα χαρακτηρίζονται επίσης και από το γυρισμένο περιστόμιο.

### **1.3 Μέθοδοι εκτροφής του *H. aspersa***

Υπάρχουν τρία κύρια είδη εκτροφής σαλιγκαριών τα οποία αναπτύχθηκαν αρχικά στην Ευρώπη και συγκεκριμένα στη Γαλλία και στην Ιταλία.

#### **1.3.1 Κλειστή ή εντατική εκτροφή**

Πολλές φορές αναφέρεται και σαν γαλλικού τύπου εκτροφή. Οι κλειστού τύπου εκτροφή διαφοροποιείται από τους άλλους δύο τύπους εκτροφών, που θα αναλυθούν

παρακάτω, στο γεγονός ότι όλες οι συνθήκες, όπως η θερμοκρασία χώρου, η υγρασία και η φωτοπερίοδος, είναι πλήρως ελεγχόμενες και όλη η εκτροφή πραγματοποιείται εξ ολοκλήρου μέσα σε κτιριακές εγκαταστάσεις. Πάνω στους παράγοντες αυτούς (θερμοκρασία, υγρασία, φωτοπερίοδος) έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες με σκοπό να βρεθούν οι ιδανικές συνθήκες εκτροφής για τα σαλιγκάρια (Gomot *et al.*, 1989; Tompa, 1984; Garcia *et al.*, 2005). Ωστόσο, μόνο για το είδος *H. aspersa* είναι δυνατή η εκτροφή κλειστού τύπου, διότι το είδος αυτό μπορεί να προσαρμοστεί και να αναπαραχθεί κάτω από πλήρως ελεγχόμενες συνθήκες. Στην εκτροφή αυτού του τύπου παρέχονται αποξηραμένα σιτηρέσια τα οποία έχουν ποικίλη σύσταση, αλλά πρέπει πάντα να καλύπτουν πλήρως τις διατροφικές ανάγκες των σαλιγκαριών.

Η διατροφή παίζει έναν από τους κυρίαρχους ρόλους στην κλειστή εκτροφή και για το λόγο αυτό δίνεται μεγάλο βάρος στην ποιοτική σύσταση του σιτηρεσίου (Garcia *et al.*, 2005). Για τα ελληνικά δεδομένα, το *H. aspersa* φθάνει στο εμπορεύσιμο μέγεθος στους τέσσερις μήνες και μπορούμε να έχουμε έως και δύο παραγωγές ανά έτος. Κατά τη διάρκεια μιας κλειστού τύπου εκτροφής απαιτείται κατάλληλη κτιριακή εγκατάσταση (Χατζιωάννου, 2007), η οποία δύναται να φιλοξενήσει τα τέσσερα στάδια εκτροφής, όπου το κάθε ένα χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένο εύρος θερμοκρασίας, φωτοπεριόδου και σχετικής υγρασίας. Τα στάδια αυτά είναι: στάδιο αναπαραγωγής, στάδιο επώασης και εκκόλαψης των αυγών, στάδιο αύξησης ανώριμων ατόμων και στάδιο πάχυνσης σαλιγκαριών. Στα στάδια αυτά, τα ζώα τοποθετούνται σε ειδικά για το κάθε στάδιο κλουβιά (Χατζιωάννου, 2007). Το μειονέκτημα της κλειστού τύπου εκτροφής είναι το υψηλό κόστος παραγωγής που την καθιστά οικονομικά ασύμφορη.

### 1.3.2 Ανοιχτή ή εκτατική εκτροφή

Ο ανοιχτός τύπος εκτροφής, ή ιταλικού τύπου, είναι ο πιο παλιός τύπος εκτροφής. Αναφέρεται ότι στη Ρώμη το 50 π.Χ. εκτρέφονταν σαλιγκάρια με το τύπο αυτής της εκτροφής, τα οποία προορίζονταν για κατανάλωση. Η ανοιχτή εκτροφή στηρίζεται στη φιλοσοφία ότι πρέπει να δημιουργηθεί ένα σύστημα εκτροφής το οποίο να έχει χαμηλές απαιτήσεις σε ανθρώπινη εργασία, διότι η παραγωγή απαιτεί από 18 έως 24 μήνες οπότε αν απασχολεί μεγάλο εργατικό δυναμικό αυτό την καθιστά ασύμφορη. Το σύστημα αυτό έχει εξαπλωθεί τόσο στην Ιταλία, όσο και σε όλο τον κόσμο. Η εκτροφή πραγματοποιείται σε ανοιχτό χώρο (χωράφι) του οποίου το μέγεθος ποικίλει ανάλογα με το είδος το οποίο πρόκειται να εκθρέψουμε και το εργατικό δυναμικό που διαθέτουμε. Καλό είναι τα ζώα που θα χρησιμοποιηθούν στην ανοιχτού τύπου εκτροφή να είναι της ίδιας περιοχής διότι παρουσιάζουν καλύτερη προσαρμογή.

Το έδαφος πρέπει να είναι ουδέτερο ή αλκαλικό, ενώ επίσης προτιμούνται χωράφια επικλινή με μεσημβρινή έκθεση στον ήλιο και με χαμηλό υψόμετρο. Βασικό χαρακτηριστικό του εδάφους είναι να μη κατακρατεί το νερό με αποτέλεσμα το σχηματισμό λάσπης. Σημαντικό κομμάτι της εκτροφής είναι η προετοιμασία του χώρου, δηλαδή η απεντόμωση και το καθάρισμα του εδάφους από ανεπιθύμητα υλικά, η καλή άροση σε βάθος τουλάχιστον 40 cm και η εδαφοβελτίωση, όταν αυτή απαιτείται. Ο χώρος εκτροφής πρέπει να περιφραχθεί κατάλληλα, ώστε να προστατεύεται η εκτροφή από ανεπιθύμητα ερπετά και τρωκτικά, καθώς και για να μην μπορούν τα εκτρεφόμενα ζώα να διαφύγουν εκτός του χώρου εκτροφής. Μέσα στο χώρο εκτροφής καλλιεργούνται ή μετεμφυτεύονται διάφορα φυτά τα οποία προορίζονται για κατανάλωση από τα σαλιγκάρια, όπως ραδίκια, σπανάκι, λάχανα κ.ά., τα οποία αρδεύονται με υδρονέφωση

(κατάλληλος τύπος άρδευσης για να μη λασπώνει το έδαφος), ώστε να διατηρείται η υγρασία σε υψηλά επίπεδα. Σημαντικό ρόλο παίζει ακόμα και η διαμόρφωση του χώρου με διαδρόμους, αναχώματα, ξύλινες σανίδες, κομμάτια κεραμικών σκευών κ.ά. Όλα τα παραπάνω χρησιμοποιούνται ως βοηθητικά εργαλεία, τόσο για τον άνθρωπο όσο και για τα σαλιγκάρια, στην εκτροφή αυτή. Η ανοιχτή εκτροφή χαρακτηρίζεται από μικρή απόδοση και είναι ευάλωτη σε κλιματολογικές συνθήκες και σε φυσικούς εχθρούς των σαλιγκαριών.

### 1.3.3 Μικτή εκτροφή

Αυτός ο τύπος εκτροφής έχει στοιχεία από τους δύο προηγούμενους τύπους εκτροφής, τον ανοιχτό και τον κλειστό τύπο. Σύμφωνα με τη μέθοδο, τα σαλιγκάρια μπορεί να γεννηθούν και να εκκολαφθούν μέσα σε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον και έπειτα να μεταφερθούν σε διχτυοκήπια ή εξωτερικά πάρκα για την πάχυνση. Στη μικτή εκτροφή χορηγείται σιτηρέσιο ειδικής σύστασης ανάλογα με το στάδιο που βρίσκονται τα ζώα (γόνος, γεννήτορες). Υπάρχουν δύο κύρια στάδια της μικτής εκτροφής (Νεοφύτου και Χατζηϊωάννου, 2008).

Το στάδιο της αναπαραγωγής, το οποίο πραγματοποιείται εξ ολοκλήρου μέσα σε κτιριακές εγκαταστάσεις, κάτω από πλήρως ελεγχόμενες συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, φωτοπερίοδος). Επίσης κάτω από πλήρως ελεγχόμενες συνθήκες γίνεται η προετοιμασία των γεννητόρων, η επώαση και εκκόλαψη των αυγών (Lazaridou- Dimitriadou and Kattoulas, 1985).

Το στάδιο της πάχυνσης του γόνου, το οποίο πραγματοποιείται σε διχτυοκήπιο, την εποχή που οι καιρικές συνθήκες το επιτρέπουν. Στην Ελλάδα, ο γόνος μεταφέρεται στο διχτυοκήπιο στις αρχές του Μάρτη και η συγκομιδή γίνεται τον Ιούλιο. Η υγρασία μέσα

στο δικτυοκήπιο ρυθμίζεται με σύστημα υδρονέφωσης. Επίσης υπάρχουν βοηθητικές κατασκευές, όπως διάδρομοι και σκέπαστρα. Η θρέψη των σαλιγκαριών γίνεται με τεχνητό σιτηρέσιο το οποίο τοποθετείται σε ταΐστρες κάτω από τα σκέπαστρα για να μη μουσκέυει η τροφή από την υδρονέφωση (Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, 2009). Το δικτυοκήπιο είναι σκεπασμένο με ειδικής σκίασης δίχτυ και αυτό βοηθάει στη διατήρηση της υγρασίας. Ο τύπος αυτός της εκτροφής είναι οικονομικά βιώσιμος (Χατζηιωάννου, 2007)

#### **1.4 Διατροφική αξία σαλιγκαριών**

Το κρέας των σαλιγκαριών αποτελεί εκλεκτό έδεσμα για τους γευσιγνώστες. Επίσης, ένα πλεονέκτημα είναι και η χαμηλή ποσότητα θερμίδων που περιέχει η σάρκα των σαλιγκαριών και είναι κατάλληλο για ανθρώπους που προσέχουν τη διαίτά τους (Miletic *et al.*, 1991). Είναι αξιοσημείωτο ότι το κρέας του σαλιγκαριού περιέχει μικρή ποσότητα λιπαρών ουσιών, υψηλή περιεκτικότητα σε απαραίτητα αμινοξέα, ανόργανα θρεπτικά στοιχεία και απαραίτητα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (Miletic *et al.*, 1991).

Η χημική σύσταση της σάρκας των σαλιγκαριών διαφέρει κατά πολύ από εκείνη των άλλων ζώων, διότι περιέχει περισσότερους υδατάνθρακες και λιγότερα λίπη. Η θερμιδική αξία του σαλιγκαριού είναι χαμηλή και κυμαίνεται από 73-83 Kcal/gr νωπού βάρους σώματος (Grandi and Panella, 1978; Murphy, 2001).

**Πίνακας 2: Σύγκριση της διατροφικής αξίας του κρέατος των σαλιγκαριών με το κρέας βοδινού, πουλερικών και ιχθύων (Cheney, 1988).**

	<b>Βοδινό (100 g)</b>	<b>Πουλερικά (100 g)</b>	<b>Ιχθύες (100 g)</b>	<b>Σαλιγκάρια (100 g)</b>
<b>Θερμιδική αξία (Kcal)</b>	163	120	70	60-80
<b>Πρωτεΐνες (%)</b>	22,1	8,5	15,0	13,5
<b>Λιπίδια (%)</b>	11,5	12,0	1,5	0,5-0,8
<b>Υγρασία (%)</b>	72,0	70,6	81,0	83,8
<b>Άλλα (%)</b>	0,9	0,8	2,5	1,9

Η διατροφική αξία των σαλιγκαριών εξαρτάται από το είδος και την προέλευση. Ο Gomot έχει παρουσιάσει μία ολοκληρωμένη έρευνα για τη χημική σύνθεση των μη επεξεργασμένων σαλιγκαριών. Η έρευνα καταδεικνύει τις ομοιότητες και διαφορές μεταξύ διαφόρων ειδών σαλιγκαριών. Τα είδη σαλιγκαριών που αναλύθηκαν στην έρευνα ήταν τα *Helix lucorum*, *Helix pomatia*, *Helix aspersa aspersa*, *Helix aspersa maxima*. Ο Gomot (1998) παρατήρησε ότι το *H. lucorum* και *H. pomatia* περιέχουν μεγαλύτερη ποσότητα πρωτεϊνών από το *H. aspersa aspersa* και από το *H. aspersa maxima*. Περαιτέρω, το *H. pomatia* περιέχει μεγαλύτερη ποσότητα ασβεστίου (Ca), φωσφόρου (P), χαλκού (Cu) και σιδήρου (Fe) από τα *H. lucorum* και *H. aspersa aspersa* (Gomot, 1998).

Το στάδιο της φυσιολογίας του ζώου, όπως η ηλικία, αλλά και διάφοροι περιβαλλοντικοί παράγοντες επηρεάζουν επίσης τη σύσταση του σώματος των σαλιγκαριών. Σε αναλύσεις που έγιναν σε άγριους πληθυσμούς βρέθηκε ότι, στους τρεις μήνες ζωής του *H. pomatia* το βάρος του κελύφους αποτέλεσε το 10,3 % του ζώντος βάρους του ζώου, στην ηλικία των πέντε μηνών αποτέλεσε το 12,7 % του ζώντος βάρους,

ενώ σε ενήλικα ζώα ηλικίας από 3 έως 6 μηνών το 24,2 % του ζώντος βάρους (Gomot, 1998). Αναφορικά με την περιεκτικότητα του σώματος σε λίπος, αυτή στο *H. pomatia* μειώνεται με την ηλικία και το ίδιο φαινόμενο εμφανίζεται και στο *H. aspersa aspersa* και *H. aspersa maxim* (Beitz, 1985). Για την επίδραση των περιβαλλοντικών παραγόντων απαιτείται περαιτέρω μελέτη, και ειδικότερα στα σαλιγκάρια που συλλέγονται από άγριους πληθυσμούς διαφορετικών βιότοπων, για την ανάλυση της επιρροής της κατανάλωσης φυτών και της σύστασης του εδάφους στην αύξηση του *H. aspersa* (Gomot *et al.*, 1989).

Όσον αφορά τα ανόργανα μακροστοιχεία, το κρέας των σαλιγκαριών αποτελεί καλή πηγή ασβεστίου, φωσφόρου, μαγνησίου, καλίου και νατρίου. Ορισμένοι ερευνητές προτείνουν την κατανάλωση σαλιγκαριών ως εναλλακτική πηγή ασβεστίου και φωσφόρου, δυο συστατικών πολύ σημαντικών για την ανάπτυξη των οστών. Με δεδομένο ότι και τα ψάρια που καταναλώνονται με το κόκαλο είναι καλή πηγή ασβεστίου και φωσφόρου, θα μπορούσαν τα σαλιγκάρια επάξια να τα αντικαταστήσουν, τουλάχιστον σε περιοχές που τα ψάρια δεν είναι διαθέσιμα. Επίσης, τα σαλιγκάρια αποτελούν μια σημαντική πηγή αμινοξέων και ασβεστίου σε περιόδους νηστείας που δεν καταναλώνεται κρέας και γαλακτοκομικά προϊόντα (Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, 2009).

Όσον αφορά τα ανόργανα ιχνοστοιχεία, η σάρκα των ειδών αυτών αποτελεί καλή πηγή σεληνίου (Se, 27,4 μg/100mg), παρέχοντας ουσιαστικά στον καταναλωτή το 50% της συνιστώμενης ημερήσιας ποσότητας που απαιτείται για πρόσληψη από μια ενήλικη γυναίκα (που είναι 50 μg/ ημέρα) και το 1/3 για ένα άνδρα (Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, 2009). Το σελήνιο έχει ισχυρές αντιοξειδωτικές ιδιότητες προστατεύοντας από καρδιοπάθειες και καρκίνο (κυρίως του προστάτη), συμβάλλοντας

επίσης στη λειτουργία του θυρεοειδή αδένος και του ανοσοποιητικού συστήματος (Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, 2009).

Εκτός όλων των παραπάνω αναφερθέντων, η σάρκα των σαλιγκαριών αποτελεί και σημαντική διαιτητική πηγή βιταμινών. Η νιασίνη είναι μια υδροδιαλυτή βιταμίνη του συμπλέγματος Β με ευεργετική επίδραση στο νευρικό και καρδιαγγειακό σύστημα (Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, 2009).

Αναφορικά με τη σύσταση των λιπαρών οξέων της σάρκας του είδους *H. aspersa* δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για τον άγριο πληθυσμό. Οι Milinsk *et al.* (2006) σε ένα διατροφικό πείραμα δοκίμασαν αυξανόμενες ποσότητες σογιέλαιου από 0,4 έως 4,7% επί του σιτηρεσίου σιτηρέσιο και βρήκαν ότι αυτό επηρέαζε σημαντικά τη σύσταση των λιπαρών οξέων της σάρκας του *H. aspersa*, και συγκεκριμένα αναφέρουν ποσοστά κορεσμένων λιπαρών οξέων από 15-18 % επί του συνόλου των λιπαρών οξέων, 28-5 – 38,5 % μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, και 2,5-3,5% πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, εκ των οποίων ο λόγος ω-6/ω-3 κυμάνθηκε από 13,5 – 28,0. Στο ίδιο πείραμα οι ερευνητές αναφέρουν ποσοστό ολικών λιπιδίων στη σάρκα του *H. aspersa* από 5 έως 7,5% επί του υγρού βάρους σώματος. Οι Ozogul *et al.* (2005) ανέλυσαν τη σάρκα ατόμων άγριου πληθυσμού του *H. romatia* από την Τουρκία και βρήκαν ότι τα κορεσμένα λιπαρά οξέα ήταν 37,8%, τα μονοακόρεστα ήταν 19,6%, τα πολυακόρεστα ήταν 25,8% επί του συνόλου των λιπαρών οξέων, και η αναλογία ω-6/ω-3 ήταν 4,9. Το ποσοστό ολικών λιπιδίων του άγριου *H. romatia* βρέθηκε να είναι 0,4 % επί της υγρού βάρους σώματος (Ozogul *et al.*, 2005).

Επίσης, θα πρέπει να τονιστεί ότι το λίπος των σαλιγκαριών είναι ωφέλιμο, γιατί παρέχει στον οργανισμό τα ω-3 λιπαρά οξέα, τα οποία θεωρούνται απαραίτητα, καθώς ο άνθρωπος δε μπορεί να τα συνθέσει και γι' αυτό πρέπει να τα λάβει με τη διατροφή του.



Είναι πολύ ευεργετικά για την υγεία του, γιατί θεωρούνται ότι παρεμποδίζουν την αθηροσκλήρωση και τη θρόμβωση και έχουν αντιφλεγμονώδεις επιδράσεις, δρουν προληπτικά σε αλλεργίες, κατάθλιψη, και άλλες ασθένειες του νευρικού συστήματος. Η αναλογία ω-3/ω-6 των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων του σαλιγκαριού κυμαίνεται από 0,2 έως 0,87 (Milinsk *et al.*, 2006), που με βάση τις σύγχρονες διατροφικές απόψεις θεωρείται ευεργετικός για την ανθρώπινη διατροφή και υγεία.

### **1.5 Διατροφή του *H. aspersa* σε συνθήκες εκτροφής**

Η κάλυψη των ημερήσιων αναγκών ενός ζώου σε ενέργεια και κάθε απαραίτητο θρεπτικό συστατικό υλοποιείται με τη χορήγηση σιτηρεσίου, ενός δηλαδή συνδυασμού ζωοτροφών που με την ποσότητα και τη χημική σύστασή του ικανοποιεί τις ανάγκες αυτές και τον μηχανισμό κορεσμού του ζώου, καθώς επίσης και την ελκυστικότητα για το ζώο (Ζέρβας και συν., 2004).

Το σιτηρέσιο για να μπορέσει να ανταποκριθεί στον προορισμό του πρέπει να αποτελείται από τις κατάλληλες για το διατρεφόμενο ζώο ζωοτροφές. Επίσης, ο πρωταρχικός στόχος στην κατάρτιση του σιτηρεσίου είναι η παρασκευή σιτηρεσίου το οποίο να υποστηρίζει τη μέγιστη ανάπτυξη του ζώου, βελτιστοποιώντας επίσης την υγεία του, στο χαμηλότερο δυνατό κόστος (Καραπαναγιωτίδης και Μεντέ, 2009).

Ως ζωοτροφή ορίζεται, από φυσιολογική άποψη, κάθε ύλη φυτικής, ζωικής και ανόργανης προέλευσης, η οποία επιτρέπεται να χορηγηθεί προς κατανάλωση στα ζώα είτε με τα πρωταρχικά φυσικοχημικά της χαρακτηριστικά είτε κατόπιν βιομηχανικής επεξεργασίας, με σκοπό να συμβάλλει στη θρέψη των ζώων, χωρίς να προκαλεί βλάβη στην υγεία τους (Ζέρβας και συν., 2004). Η καταλληλότητα κάθε ζωοτροφής κρίνεται

καταρχήν από την ενεργειακή της πυκνότητα και την περιεκτικότητά της σε χρησιμοποιήσιμα θρεπτικά συστατικά (δηλαδή από την πεπτικότητα της οργανικής της ουσίας) σε σχέση με τον τύπο πέψης του ζώου (Ζέρβας και συν., 2004).

Οι ζωοτροφές περιέχουν θρεπτικές ουσίες (ή θρεπτικά στοιχεία ή θρεπτικά συστατικά), καθώς και μη θρεπτικές ουσίες. Επίσης σε μια ζωοτροφή μπορεί να εμπεριέχονται αντιδιαιτητικοί παράγοντες (βλαπτικά για την υγεία του ζώου συστατικά). Ως θρεπτική ουσία αναφέρεται κάθε ουσία της τροφής (χημικό στοιχείο ή χημική ένωση ή ομάδα χημικών ενώσεων) η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον οργανισμό για την υποστήριξη των φυσιολογικών λειτουργιών του. Υπάρχουν πέντε ομάδες θρεπτικών ουσιών για όλους τους ζωντανούς οργανισμούς:

- 1) Πρωτεΐνες
- 2) Λιπίδια
- 3) Υδατάνθρακες
- 4) Βιταμίνες
- 5) Ανόργανα στοιχεία

Οι πρωτεΐνες, τα λιπίδια και οι υδατάνθρακες απαιτούνται σε σχετικά μεγάλες ποσότητες από τον οργανισμό. Αντίθετα, οι βιταμίνες και τα ανόργανα στοιχεία απαιτούνται σε μικροποσότητες. Η πέψη των πρωτεϊνών, λιπιδίων και υδατανθράκων παρέχει επίσης την απαραίτητη ενέργεια στον οργανισμό για τις διάφορες μεταβολικές του διεργασίες. Αντίθετα, οι βιταμίνες και τα ανόργανα στοιχεία δεν παρέχουν ενέργεια στον οργανισμό (Καραπαναγιωτίδης και Μεντέ, 2009).

Οι πρωτεΐνες που περιέχονται στη ζωοτροφή αποτελούν το ένα από τα σημαντικότερα συστατικά τους μιας και επιδρούν περισσότερο από τις άλλες θρεπτικές

ουσίες στην ανάπτυξη και αύξηση του ζωικού οργανισμού. Είναι πολύπλοκες οργανικές ενώσεις, που υπάρχουν σε όλα τα ζωντανά κύτταρα (φυτικά και ζωικά) και είναι συστατικά των διαφόρων ιστών και των οργάνων. Αποτελούνται από C, H, O και N (12-19%), S, (συχνά και P). Διακρίνονται σε ινοπρωτεΐνες (κερατίνες, κολλαγόνο, ελαστίνη κ.λπ.) και σφαιροπρωτεΐνες, οι οποίες διακρίνονται στη συνέχεια σε απλές (αλβουμίνες, ιστόνες, πρωταμίνες, γλοβουλίνες, προλαμίνες, γλουτελίνες) και σύνθετες (χρωμοπρωτεΐνες, λιποπρωτεΐνες, γλυκοπρωτεΐνες, νουκλεοπρωτεΐνες, μεταλλοπρωτεΐνες) (Ζέρβας και συν., 2004).

Τα ζώα έχουν καθημερινές διατροφικές απαιτήσεις σε πρωτεΐνες για να επιτελέσουν τις διάφορες μεταβολικές τους διεργασίες, όπως:

- 1) Συντήρηση (χρησιμοποίηση της πρωτεΐνης της τροφής για την κάλυψη των ενδοσωματικών απωλειών σε πρωτεΐνη που ήδη χρησιμοποιήθηκε ή καταστράφηκε),
- 2) Καταβολισμό (χρησιμοποίηση της πρωτεΐνης της τροφής ως υπόστρωμα για παραγωγή ενέργειας),
- 3) Αναβολισμό (χρησιμοποίηση της πρωτεΐνης της τροφής για σύνθεση νέας σωματικής πρωτεΐνης).

Το κάθε ζώο, ανάλογα με το είδος και το στάδιο ανάπτυξης του, έχει συγκεκριμένες ποσοτικές (g πρωτεϊνών καθημερινά) και ποιοτικές (αναλογία απαραίτητων αμινοξέων) απαιτήσεις σε πρωτεΐνες, οι οποίες πρέπει να ικανοποιούνται μέσω της κατανάλωσης της τροφής (Καραπαναγιωτίδης και Μεντέ, 2009).

Το μόριο των πρωτεϊνών αποτελείται από αμινοξέα, τα οποία συνενούνται μεταξύ τους με ορισμένη αλληλουχία με πεπτιδικούς δεσμούς. Ανάλογα με τον αριθμό των ενωμένων αμινοξέων σχηματίζονται δι-, -τρι-, -τετρα και πολυπεπτίδια. Οι πεπτιδικοί δεσμοί

και η αλληλουχία των αμινοξέων στο πολυπεπτιδικό μόριο συνιστούν την πρωτοταγή δομή των πρωτεϊνών, η πτύχωση του πολυπεπτιδίου τη δευτεροταγή δομή και η παράπλευρη τοποθέτηση των πτυχωτών ή ελικοειδών πεπτιδικών αλύσεων, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο τα μονομερή αυτά μόρια σχηματίζουν μορφές ανωτέρας τάξης, συνιστούν την τριτοταγή δομή των πρωτεϊνών (Ζέρβας και συν., 2004).

### **1.6 Σκοπός έρευνας – Διατροφικό πείραμα**

Διατροφικό πείραμα διάρκειας 31 ημερών διεξήχθη στις εγκαταστάσεις του εργαστηρίου Εκτροφής Γαστεροπόδων του Τμήματος με σκοπό τη μελέτη των επιδράσεων διαφορετικών διαιτητικών επιπέδων πρωτεΐνης στην ανάπτυξη του *Helix aspersa*. Συγκεκριμένα, τέσσερις ομάδες σαλιγκαριών διατράφηκαν με τέσσερα ισοενεργειακά σιτηρέσια που διέφεραν ως προς το ποσοστό της διαιτητικής πρωτεΐνης το οποίο ήταν 8% (Π8), 10% (Π10), 12% (Π12) και 14% (Π14) επί της ξηρής ουσίας του σιτηρεσίου, αντίστοιχα. Ο απώτερος σκοπός του διατροφικού πειράματος ήταν να διερευνηθεί αν το αυξανόμενο ποσοστό της διαιτητικής πρωτεΐνης από 8% στο 14% έχει θετική επίδραση στην αύξηση του σωματικού βάρους και στον συντελεστή μετατρεψιμότητας της τροφής. Επίσης, στο περόν πείραμα μελετήθηκε η επίδραση των παραπάνω σιτηρεσίων στην κατανάλωση τροφής από το *H. aspersa*.

## 2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1. Προέλευση πειραματόζωων και συνθήκες εκτροφής

Το διατροφικό πείραμα διήρκησε 31 ημέρες (από 17-11-2008 έως 18-12-2008) και πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Εκτροφής Γαστεροπόδων του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Ο γόνος που χρησιμοποιήθηκε ήταν ηλικίας 30 ημερών και προήλθε από μονάδα εκτροφής (ΑΓΡΟΦΑΡΜΑ Ο.Ε.). Συνολικά, 240 ζώα μέσου βάρους  $0,33 \pm 0,11$  g κατανεμήθηκαν τυχαία σε 12 πλαστικά κλουβιά ανάπτυξης, χωρητικότητας 8 L ο καθένας, μήκους 34 cm, πλάτους 23,5 cm και βάθους 12,5 cm, σε συνωστισμό 20 ζώα ανά κλουβί. Πριν την έναρξη του πειράματος, μετρήθηκε και καταγράφηκε το αρχικό βάρος των σαλιγκαριών κάθε κλουβί ανάπτυξης ξεχωριστά.

Κάθε κλουβί έφερε 4 μικρές τρύπες στον πυθμένα του και 8 μικρές τρύπες (2 σε κάθε πλάγια επιφάνεια) για αερισμό. Το κλουβί καλυπτόταν με ένα κομμάτι τζαμιού, πάχους 5 mm για την αποφυγή της δραπέτευσης των σαλιγκαριών. Στο εσωτερικό κάθε πλαστικού κλουβιού εμπεριέχονταν τα παρακάτω:

1. Ένα κομμάτι χοντρού συνθετικού υφάσματος (μη τοξικού), κατάλληλο για να κρατάει τη σχετική υγρασία στα κατάλληλα επίπεδα για την αύξηση των σαλιγκαριών (90-100% R.H.),
2. Ένα κυκλικό πλαστικό δοχείο (ταΐστρα) με σιτηρέσιο, πάνω στο οποίο αναγραφόταν η ένδειξη του σιτηρεσίου, το οποίο χορηγούταν σε κάθε κλουβί ανάπτυξης.
3. Δοχεία με νερό (ποτίστρα).

Πριν τη τοποθέτηση των σαλιγκαριών στα κλουβιά ανάπτυξης προηγήθηκε διάστημα προσαρμογής 15 ημερών, κατά τη διάρκεια του οποίου τα σαλιγκάρια διατράφηκαν με σιτηρέσιο εμπορίου (ορνιθοτροφή).

Οι συνθήκες που επικρατούσαν στο πείραμα, ήταν πλήρως ελεγχόμενες:

- Φωτοπερίοδος 13:11 L:D,
- Θερμοκρασία  $T=21\pm 1$  °C,
- Σχετική υγρασία 90-100% R.H, η οποία επιτυγχανόταν με υγρό υπόστρωμα στον πυθμένα του κάθε κλουβιού.

## 2.2. Πειραματικά σιτηρέσια

Τα σαλιγκάρια διατράφηκαν με 4 ισοενεργειακά σιτηρέσια (3 επαναλήψεις-κλουβιά) αύξησης για κάθε σιτηρέσιο) που διέφεραν μόνο στο ποσοστό διαιτητικής πρωτεΐνης (Πίν 3). Συγκεκριμένα, το πρώτο σιτηρέσιο (Π8) περιείχε πρωτεΐνη σε ποσοστό  $7,87 \pm 0,48\%$  επί της ξηράς ουσίας του σιτηρεσίου, το δεύτερο σιτηρέσιο (Π10) περιείχε πρωτεΐνη σε ποσοστό  $10,12 \pm 0,3\%$ , το τρίτο σιτηρέσιο (Π12) περιείχε πρωτεΐνη σε ποσοστό  $11,73 \pm 1,37\%$  και το τέταρτο σιτηρέσιο (Π14) περιείχε πρωτεΐνη σε ποσοστό  $14,12 \pm 1,78\%$ .

Ως πρωτεϊνική πηγή στα σιτηρέσια χρησιμοποιήθηκε το άλευρο της σόγιας, ενώ ενεργειακές πηγές του σιτηρεσίου χρησιμοποιήθηκαν το άλευρο καλαμποκιού και το άλευρο σίτου. Θα πρέπει να σημειωθεί πως τα άλευρα καλαμποκιού και σίτου προσέδωσαν ένα ποσοστό πρωτεΐνης στο σιτηρέσια. Η αύξηση του επιπέδου της πρωτεΐνης στα σιτηρέσια Π8 έως Π14, επιτεύχθηκε με τη προοδευτικά αυξανόμενη συμμετοχή της

πρωτεϊνικής πηγής (σογιάλευρου) και τη σταδιακή μείωση του ποσοστού συμμετοχής των ενεργειακών πηγών (άλευρα καλαμποκιού και σίτου. Το ισοενεργειακό περιεχόμενο των σιτηρεσίων καθορίστηκε στο 12,0 KJ/g ξηράς ουσίας, το οποίο βασίστηκε σε αυτό που χρησιμοποιείται στα σιτηρέσια των ορνιθών αυγοπαραγωγής πρώτων εβδομάδων ανάπτυξης (πρώτου σταδίου).

Για να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις των σαλιγκαριών σε διαιτητικό ασβέστιο προστέθηκε στο σιτηρέσιο μαρμαρόσκονη σε ποσοστό 30 % επί της ξ.ο. του σιτηρεσίου, ενώ για να διασφαλιστεί η ικανοποίηση των απαιτήσεων σε φώσφορο (P) χρησιμοποιήθηκε φωσφορικό μονοασβέστιο σε ποσοστό 1 % επί της ξ.ο. του σιτηρεσίου. Ως πηγή χλωρίου (Cl) και νατρίου (Na) χρησιμοποιήθηκε αλάτι του εμπορίου σε ποσοστό 0,5 % επί της ξ.ο. του σιτηρεσίου. Τέλος, σε όλα τα πειραματικά σιτηρέσια προστέθηκε πρόμιγμα βιταμινών και ανόργανων στοιχείων σε ποσοστό 1 % επί της ξ.ο. για την κάλυψη των αντίστοιχων διατροφικών αναγκών. Η σύσταση του προμίγματος φαίνεται στον (Πιν. 3). Θα πρέπει να σημειωθεί πως οι ακριβείς απαιτήσεις του *H. aspersa* σε συγκεκριμένες διαιτητικές βιταμίνες και ανόργανα στοιχεία δεν είναι ακόμα γνωστές ή τουλάχιστον δεν διατίθενται στη διεθνή βιβλιογραφία, και συνεπώς το πρόμιγμα που προστέθηκε στα πειραματικά σιτηρέσια ήταν πρόμιγμα του εμπορίου και προστέθηκε κατ' εκτίμηση στο 1% επί της ξ.ο. του σιτηρεσίου, σύμφωνα με τις γνωστές διαιτητικές απαιτήσεις σε βιταμίνες και ανόργανα στοιχεία των ορνιθών αυγοπαραγωγής.

**Πίνακας 3: Σύσταση σε πρώτες ύλες και χημική σύσταση (% επί της ξηρής ουσίας) των πειραματικών σιτηρεσιών.**

ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΣΙΤΗΡΕΣΙΩΝ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΣΙΤΗΡΕΣΙΑ			
	Π8	Π10	Π12	Π14
Σιτάρι ολικής αλέσεως (%)	12,5	27,5	27,5	24,5
Καλαμπόκι, άλευρο (%)	50,0	33,0	28,0	25,0
Σόγια, άλευρο (%)	5,0	7,0	12,0	18,0
Μαρμαρόσκονη (%)	30,0	30,0	30,0	30,0
Αλάτι (%)	0,5	0,5	0,5	0,5
Φωσφορικό μονοασβέστιο (%)	1,0	1,0	1,0	1,0
Πρόμικτα Βιταμινών – Ανόργανων στοιχείων (%)	1,0	1,0	1,0	1,0
Συνολικά	100,0	100,0	100,0	100,0
<i>Χημική σύσταση</i>				
Ξηρή ουσία (%)	91,91 ± 0,41	94,35 ± 2,02	92,36 ± 0,31	93,61 ± 1,58
Ολική Πρωτεΐνη (%)	7,87 ± 0,48 <sup>a</sup>	10,12 ± 0,38 <sup>b</sup>	11,73 ± 1,37 <sup>c</sup>	14,12 ± 1,78 <sup>d</sup>
Ολικά λιπίδια (%)	1,02 ± 0,06 <sup>a</sup>	0,97 ± 0,03 <sup>a</sup>	1,43 ± 0,18 <sup>b</sup>	0,76 ± 0,19 <sup>a</sup>
Υδατάνθρακες (%) (εκτίμηση)	56,47	56,97	51,91	50,62
Ινώδεις Ουσίες (%) (εκτίμηση)	2,6	3,6	3,8	3,8
	26,55 ±			
Τέφρα (%)	0,24 <sup>a</sup>	26,29 ± 1,11 <sup>a</sup>	27,29 ± 0,79 <sup>a</sup>	28,11 ± 1,06 <sup>a</sup>
Ολική Ενέργεια (KJ/g) (εκτίμηση)	11,96	12,56	12,25	12,33
Πρωτεΐνη / Ενέργεια (mg/KJ)	6,3	7,5	9,1	10,8

Σημ.: Οι τιμές της χημικής σύστασης αντιπροσωπεύουν μέσους όρους ± τυπική απόκλιση. Οι διαφορετικοί εκθέτες των τιμών υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά (P<0,05). Τα διαιτητικά επίπεδα των υδατανθράκων υπολογίστηκαν μέσω της αφαίρεσης των επιπέδων πρωτεΐνης, λιπιδίων και τέφρας από την ξηρή ουσία. Οι ινώδεις ουσίες εκτιμήθηκαν από δημοσιευμένους πίνακες χημικής σύστασης συστατικών (Jauncey, 1998). Η ολική ενέργεια κάθε σιτηρεσίου εκτιμήθηκε ως άθροισμα των ολικών ενεργειών που αποδίδει κάθε θρεπτική ουσία σύμφωνα με τους συντελεστές 5,64, 9,44 και 4,11 για τις πρωτεΐνες, τα λιπίδια και τους υδατάνθρακες, αντίστοιχα.



**Πίνακας 4: Σύσταση βιταμινών και ανόργανων στοιχείων του προμίγματος.**

<b>Βιταμίνη / Ανόργανο στοιχείο</b>	<b>Ποσότητα ανά Kg προμίγματος</b>
<i>Βιταμίνη</i>	
Βιταμίνη E (90% α-τοκοφερόλη)	58.333 mg
Βιταμίνη K3	3.333 mg
Βιταμίνη B1	3.333 mg
Βιταμίνη B2	6.666 mg
Βιταμίνη B6	3.333 mg
Βιταμίνη B12	10 mg
Νικοτινικό οξύ	16.666 mg
Παντοθενικό οξύ	13.333 mg
Φολικό οξύ	3.333 mg
Βιοτίνη	100 mg
Βιταμίνη C (μορφής Stay C)	33.333 mg
<i>Ανόργανα στοιχεία</i>	
Μαγγάνιο (οξείδιο)	10.000 mg
Ψευδάργυρος (οξείδιο)	33.333 mg
Ιωδιούχο ασβέστιο (62% Ca)	400 mg
Σεληνιώδες νάτριο (1% σελήνιο)	84 mg
Ανθρακικό κοβάλτιο (51% κοβάλτιο)	333 mg
<i>Άλλες ουσίες</i>	
Αντιοξειδωτικό BHT E321	333 mg
Άλευρο για μίξη	416.666 mg

### 2.3 Ταΐσμα – καθημερινοί χειρισμοί

Το ταΐσμα γίνονταν τρεις φορές την εβδομάδα (Δευτέρα-Τετάρτη-Παρασκευή) σε κορεσμό της όρεξης (*ad libitum*). Με τη βοήθεια ζυγού ακριβείας καταγράφονταν η ποσότητα του σιτηρεσίου που χορηγούνταν σε κάθε κλουβί ανάπτυξης, ως ακολούθως. Αρχικά, ζυγίζονταν το καθαρό βάρος της ταΐστρας και έπειτα ζυγίζονταν επαρκής ποσότητα τροφής (3 g) που θα χορηγούνταν στα ζώα κάθε κλουβιού. Μετά το πέρας δύο ημερών (ή τριών στην περίπτωση που μεσολαβούσε σαββατοκύριακο), η ταΐστρα αποσυρόταν από το κλουβί και αφού καθαρίζονταν από τα περιττώματα των ζώων

υπήρχαν σε αυτήν, τοποθετούνταν μέσα σε κλίβανο στους 60 °C για μία ημέρα προς ξήρανση και έπειτα επαναζυγίζονταν με σκοπό τον υπολογισμό της ξηρής ουσίας τροφής που δεν καταναλώθηκε από τα σαλιγκάρια. Έτσι υπολογίζονταν η ποσότητα της τροφής που καταναλώθηκε από γεύμα σε γεύμα από τα σαλιγκάρια κάθε κλουβιού.

Τα κλουβιά καθαρίζονταν πριν από το νέο γεύμα, με άφθονο τρεχούμενο νερό, χωρίς απορρυπαντικό, για την απομάκρυνση των περιττωμάτων και της βλέννας. Ακολούθως, γινόταν ζύγιση νέας ποσότητας νωπής τροφής για το επόμενο γεύμα και η οποία τοποθετούταν σε νέα προζυγισμένη στεγνή ταΐστρα μέσα στο κλουβί.

#### **2.4 Δειγματοληψίες – μετρήσεις βάρους**

Κατά τη διάρκεια του πειράματος πραγματοποιήθηκαν τέσσερις (4) μετρήσεις του σωματικού βάρους των σαλιγκαριών με τις οποίες παρακολουθήθηκε η ανάπτυξη των σαλιγκαριών σε τέσσερις διαφορετικές χρονικές στιγμές του πειράματος. Η πρώτη μέτρηση έγινε με την έναρξη του πειράματος (17/11/2008). Η επόμενη μέτρηση πραγματοποιήθηκε μετά από 14 ημέρες του πειράματος (30/11/2008). Η τρίτη μέτρηση έγινε 24 ημέρες μετά την έναρξη του πειράματος (10/12/2008) και η τελική μέτρηση βάρους πραγματοποιήθηκε την 31<sup>η</sup> ημέρα πειράματος (18/12/2008).

Σε κάθε μέτρηση βάρους καταγραφόταν με ζυγό ακριβείας το σωματικό βάρος κάθε ατόμου ξεχωριστά, καθώς και ο αριθμός των ζωντανών ατόμων (θνησιμότητες) κάθε κλουβιού ανάπτυξης. Μετά τη μέτρηση του νωπού βάρους των ζώων, αυτά τοποθετούνταν ξανά στα κλουβιά, από όπου προέρχονταν.

## 2.5 Χημικές αναλύσεις

### 2.5.1 Προσδιορισμός ξηρής ουσίας

Ο προσδιορισμός της ξηρής ουσίας – υγρασίας των πειραματικών σιτηρεσιών πραγματοποιήθηκε τοποθετώντας 2g δείγματος από κάθε σιτηρέσιο σε πυραντήριο (φούρνο) για 24 ώρες σε θερμοκρασία 105 °C (AOAC, 1990). Στη συνέχεια αφαιρέθηκαν τα δισκία με το ξηρό πλέον δείγμα από το φούρνο και τοποθετήθηκαν σε ξηραντήριο για να ψυχθούν. Η ξηρή ουσία των σιτηρεσιών υπολογίστηκε ως εξής:

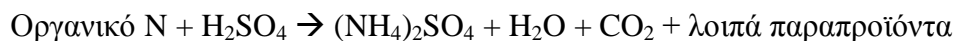
$$W_{\text{ξηρού δείγματος}} = W_{\text{ξηρού (τελικού) δείγματος \& δισκίου}} - W_{\text{δισκίου}}$$

$$\text{Ξηρή Ουσία (\%)} = (W_{\text{ξηρού δείγματος}} / W_{\text{αρχικού δείγματος}}) * 100$$

### 2.5.2 Προσδιορισμός αζωτούχων ενώσεων

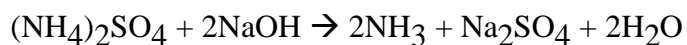
Ο προσδιορισμός των αζωτούχων ενώσεων (ολικών πρωτεϊνών) πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο προσδιορισμού αζωτούχων ενώσεων Kjeldahl. Αρχικά, με τη βοήθεια ενός μικρού κομματιού απο αλουμινόχαρτο που τοποθετήθηκε πάνω στο ζυγό ακριβείας ζυγίστηκαν 200 mg δείγματος και καταγράφηκαν τα βάρη τους. Κατόπιν τα δείγματα μεταφέρθηκαν σε ειδικές φιάλες βρασμού της συσκευής Kjeldahl.

Κατόπιν, ακολούθησε η διαδικασία της πέψης των δειγμάτων. Κατά τη διαδικασία αυτή, τα δείγματα θερμαίνονται παρουσία πυκνού θειικού οξέος (παράγοντας οξείδωσης με τον οποίο πέπτεται το δείγμα) και πραγματοποιείται η διάσπαση όλων των αζωτούχων ουσιών, απελευθερώνεται το άζωτο (N) του δείγματος, το οποίο κατόπιν δεσμεύεται σε θειικό αμμώνιο, σύμφωνα με την παρακάτω χημική αντίδραση:



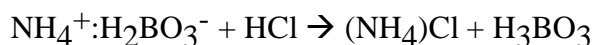
Έτσι, σε κάθε φιάλη βράσμου προστέθηκαν, χρησιμοποιώντας τον ειδικό δοσομετρητή 15ml πυκνού  $\text{H}_2\text{SO}_4$  και δύο ταμπλέτες καταλύτη Kjeldahl (περιείχε θείο) για να επιταχύνει την αντίδραση. Οι φιάλες βρασμού τοποθετήθηκαν σε ειδική συσκευή πέψης που ήταν τοποθετημένη σε απαγωγό και τα δείγματα αφέθηκαν να χωνευτούν στους  $150^\circ\text{C}$  για 85 min. Τα δείγματα αφέθηκαν να κρυώσουν για περίπου 30 min, αφήνοντας σε λειτουργία την παγίδα αερίων και τον απαγωγό.

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. Σε κάθε δείγμα προστέθηκαν 100 ml απεσταγμένου  $\text{H}_2\text{O}$ , 80 ml  $\text{NaOH}$  και 50 ml  $\text{H}_3\text{BO}_3$ . Ο συνολικός χρόνος της απόσταξης κάθε δείγματος ήταν 6 min. Το βορικό αμμώνιο συγκεντρώνονταν σε κωνική φιάλη που περιείχε 4 σταγόνες ενός δείκτη pH.

Έπειτα 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.

Έτσι, η κωνική φιάλη που περιείχε βορικό αμμώνιο τοποθετήθηκε σε θέση συνεχούς ανακίνησης και προσθέτονταν σε αυτήν με αργό ρυθμό καταγεγραμμένη ποσότητα δεκατοκανονικού διαλύματος (0,1N) HCl. Η αλλαγή του χρώματος στο διάλυμα ομολογούσε το τελικό σημείο της αντίδρασης. Η περιεκτικότητα του δείγματος σε άζωτο (N %) υπολογίστηκε από τη σχέση :

$$N\% = \frac{(\text{ml HCl} - \text{ml Blank}) \times N_{\delta/\text{το}\varsigma\text{HCl}} \times 0,014007}{\text{Βάρος Δείγματος, g}} \times 100$$

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

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

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

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

### 2.5.3 Προσδιορισμός ολικών λιπιδίων

Ο προσδιορισμός των ολικών λιπιδίων έγινε με τη μέθοδο Soxhlet. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιήθηκαν γυάλινα δοχεία εκχύλισης στα οποία προστέθηκαν 3-4 πέτρρες βρασμού, το μικτό βάρος των οποίων προζυγίστηκε σε ζυγό ακριβείας τεσσάρων δεκαδικών ψηφείων. Κατόπιν, σε κάθε γυάλινο δοχείο εκχύλισης τοποθετήθηκε ένα χάρτινο δοχείο ηθμού Μέσα στο οποίο προστέθηκε 1 g ξηρής ουσίας δείγματος. Σε κάθε

δοχείο εκχύλισης προστέθηκαν 150 ml πετρελαϊκού αιθέρα με τη βοήθεια ενός ογκομετρικού κυλίνδρου και το χάρτινο δοχείο ηθμού σκεπάστηκε με βαμβάκι για την αποφυγή εκτίναξης του δείγματος κατά τη διάρκεια του βρασμού που θα ακολουθούσε.

Τα γυάλινα δοχεία εκχύλισης με τα δείγματα μεταφέρθηκαν σε ειδική συσκευή εκχύλισης λιπαρών ουσιών (συσκευή Soxhlet). Κατά τη διαδικασία της εκχύλισης, τα δείγματα θερμάνθηκαν στους 150 °C υπό την παρουσία του οργανικού διαλύτη, όπου έλαβε χώρα το πρώτο στάδιο της εκχύλισης. Έπειτα, ο οργανικός διαλύτης απορροφήθηκε και εκπλύθηκε στο δείγμα για 1,5 ώρες, όπου έλαβε χώρα το δεύτερο στάδιο της εκχύλισης. Κατόπιν, απορροφήθηκε ο διαλύτης για 15 λεπτά της ώρας με αποτέλεσμα τα ολικά λιπίδια του δείγματος να παραμείνουν στον πάτο του δοχείου εκχύλισης. Μετά το πέρας της εκχύλισης, τα δοχεία με τα δείγματα μεταφέρθηκαν σε φούρνο στους 75° C για 0,5 ώρες προκειμένου να εξατμιστεί εντελώς ο πετρελαϊκός αιθέρας που τυχόν παρέμεινε στο δείγμα. Στη συνέχεια τα δοχεία εκχύλισης μεταφέρθηκαν στο ξηραντήρα για 1 ώρα περίπου ώστε να κρυώσουν. Αφού απομακρύνθηκε το χάρτινο δοχείο ηθμού που περιείχε το απολιπασμένο δείγμα, ακολούθησε επαναζύγιση των γυάλινων δοχείων εκχύλισης (που περιείχαν και τις πέτρες βρασμού) και καταγράφηκε του βάρους τους. Με τη βοήθεια της παρακάτω σχέσης προσδιορίστηκε η περιεκτικότητα των δειγμάτων σε ολικά λιπίδια:

$$\text{Ολικά λιπίδια} = (\text{τελικό βάρος δοχείου εκχύλισης} - \text{αρχικό βάρος}) * 100$$

#### **2.5.4 Προσδιορισμός τέφρας**

Η τέφρα αντιπροσωπεύει τη συνολική ανόργανη ουσία του δείγματος. Ο προσδιορισμός της τέφρας των πειραματικών σιτηρεσιών πραγματοποιήθηκε

τοποθετώντας 1g ξηρής ουσίας δείγματος από κάθε σιτηρέσιο σε αποτεφρωτήρα για 3 ώρες σε θερμοκρασία 600 °C (AOAC, 1990). Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν προζυγισμένα πορσελάνινα δισκία, οποία τοποθετήθηκαν τα δείγματα προς αποτέφρωση. Μετά την αποτέφρωση, τα δισκία τοποθετήθηκαν σε ξηραντήριο για να ψυχθούν. Ο προσδιορισμός της τέφρας των δειγμάτων υπολογίστηκε ως εξής:

$W$  αποτεφρωμένου δείγματος =  $W$  μικτού αποτεφρωμένου δείγματος & δισκίου –  $W$  δισκίου

Τέφρα (%) = ( $W$  αποτεφρωμένου δείγματος /  $W$  αρχικού δείγματος) \* 100

## **2.6. Παράμετροι αύξησης και αξιοποίησης της τροφής**

### **2.6.1 Αύξηση ολικού βάρους σαλιγκαριών**

Ως ολικό βάρος ορίζεται το συνολικό βάρος σώματος συμπεριλαμβανομένου και του κελύφους. Ένας από τους παράμετρους αύξησης είναι η αύξηση του ολικού βάρους, δηλαδή το καθαρό βάρος σώματος και κελύφους που αποκτήθηκε από τα σαλιγκάρια κατά τη διάρκεια του πειράματος και υπολογίζεται με από την παρακάτω σχέση:

Αύξηση ολικού βάρους (g) =  $W_t$  (τελικό βάρος) –  $W_a$  (αρχικό βάρος)

Να σημειωθεί ότι η αύξηση του ολικού βάρους υπολογίστηκε ατομικά για κάθε ζωντανό σαλιγκάρι, και για τέσσερις χρονικές στιγμές του πειράματος, όπως περιγράφηκε σε προηγούμενη ενότητα.

### **2.6.2 Ποσοστό αύξησης ολικού βάρους**

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

Ποσοστό αύξησης βάρους (%) =  $[W_t \text{ (τελικό βάρος)} - W_a \text{ (αρχικό βάρος)}] * 100$

### 2.6.3 Ημερήσια αύξηση

Η συγκεκριμένη παράμετρος αύξησης υπολογίζει πόσο αυξανόταν το ολικό βάρος των σαλιγκαριών ημερησίως. Η ημερήσια αύξηση υπολογίζεται με τη βοήθεια της σχέσης:

Ημερήσια αύξηση =  $W_t - W_a / \text{σύνολο ημερών του πειράματος}$

### 2.6.4 Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης

Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR) εκφράζει την ημερήσια ποσοστιαία αύξηση του ολικού βάρους του σαλιγκαριού στο χρονικό διάστημα που σιτήστηκε και δίνεται από τη σχέση:

Ειδικός ρ. ανάπτυξης (SGR, σε %/ημέρα) =  $100 \times (\ln W_2 - \ln W_1) / \text{ημέρες σίτησης}$

Όπου,

$\ln W_2$  = ο φυσικός λογάριθμος του τελικού ολικού βάρους

$\ln W_1$  = ο φυσικός λογάριθμος του αρχικού ολικού βάρους

### 2.6.5 Συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής

Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) εκφράζει την το βαθμό αξιοποίησης της τροφής από τα σαλιγκάρια και δίνεται από την αναλογία της τροφής που καταναλώθηκε από τα σαλιγκάρια και της αύξησης του ολικού βάρους τους. Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής υπολογίζεται από τη σχέση:



Συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής (FCR) = τροφή που κατανάλωσε (g) / αύξηση βάρους (g).

## **2.7. Στατιστική ανάλυση**

Τα δεδομένα της χημικής σύστασης των πειραματικών σιτηρεσίων, καθώς και των διαφόρων παραμέτρων αύξησης των σαλιγκαριών και αξιοποίησης των τροφών επεξεργάστηκαν με την μέθοδο της Ανάλυσης της Διακύμανσης Μονής Κατεύθυνσης (one-way ANOVA) και οι διαφορές κρίθηκαν στατιστικώς σημαντικές για τιμές  $P = 0,05$ .

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 3.1 Παράμετροι αύξησης

Κατά τη διάρκεια του πειράματος παρατηρήθηκαν αρκετές θνησιμότητες, οι οποίες, ωστόσο, δεν οφείλονταν στις διαφορετικές διατροφικές μεταχειρίσεις μιας και αυτές παρατηρήθηκαν σε όλες τις ομάδες. Οι αυξημένες θνησιμότητες πιθανόν να οφείλονται στην αυξημένη καταπόνηση των σαλιγκαριών κατά τους ημερήσιους χειρισμούς ή σε κάποιον παθογόνο παράγοντα, που ωστόσο δεν εξετάστηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής.

Το μέσο αρχικό ολικό βάρος των σαλιγκαριών πριν την έναρξη του διατροφικού πειράματος ήταν  $0,33\text{g} \pm 0,11\text{g}$  (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση) (Πιν. 5). Στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται τα ολικά βάρη των τεσσάρων διατροφικών μεταχειρίσεων μετά από 14 ημέρες διεξαγωγής του πειράματος. Μετά από δεκατέσσερις (14) ημέρες ταΐσματος, το μέσο ολικό βάρος των ατόμων που διατράφηκαν με το Π8 σιτηρέσιο ήταν  $0,45\text{g} \pm 0,05\text{g}$ , το μέσο ολικό βάρος των ατόμων που διατράφηκαν με το Π10 ήταν  $0,51\text{g} \pm 0,03\text{g}$ , το μέσο ολικό βάρος των ατόμων που διατράφηκαν με το Π12 ήταν  $0,46\text{g} \pm 0,02\text{g}$ , το μέσο ολικό βάρος των ατόμων που διατράφηκαν με το Π14 ήταν  $0,61\text{g} \pm 0,12\text{g}$ . Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων δεν έδειξε σημαντικές ( $P > 0,05$ ) διαφορές μεταξύ των τεσσάρων διατροφικών μεταχειρίσεων.

Η ημερήσια αύξηση των σαλιγκαριών μετά από 14 ημέρες εκτροφής για τα σαλιγκάρια που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο Π8 ήταν  $9,14 \pm 2,01$  mg (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση), για τα σαλιγκάρια που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο Π10 ήταν  $10,61 \pm 1,87$ , για τα σαλιγκάρια που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο Π12 ήταν  $10,14 \pm 2,62$ , για τα

σαλιγκάρια που διατράφηκαν με το σιτηπέσιο Π14 ήταν  $18,78 \pm 6,50$  (Πιν. 5). Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων δεν έδειξε σημαντικές ( $P>0,05$ ) διαφορές μεταξύ των τεσσάρων διατροφικών μεταχειρίσεων.

Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR, %/ ημέρα) των σαλιγκαριών μετά από 14 ημέρες εκτροφής ήταν  $2,39 \pm 0,32$  για τα σαλιγκάρια που διατράφηκαν με το Π8,  $2,44 \pm 0,35$  για τα σαλιγκάρια που διατράφηκαν με το Π10,  $2,67 \pm 0,71$  για τα σαλιγκάρια που διατράφηκαν με το Π12,  $3,94 \pm 0,8$  για τα σαλιγκάρια που διατράφηκαν με το Π14 (Πιν. 5). Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων δεν έδειξε σημαντικές ( $P>0,05$ ) διαφορές μεταξύ των τεσσάρων διατροφικών μεταχειρίσεων.

**Πίνακας 5.** Παράμετροι αύξησης σαλιγκαριών μετά από 14 ημέρες διεξαγωγής του πειράματος.

Παράμετροι \ Σιτηρέσια	Π 8%	Π 10%	Π 12%	Π 14%
Αρχικά βάρη (g)	$0,32 \pm 0,02^a$	$0,36 \pm 0,01^a$	$0,32 \pm 0,01^a$	$0,33 \pm 0,04^a$
Τελικά βάρη (g)	$0,45 \pm 0,05^a$	$0,51 \pm 0,03^a$	$0,46 \pm 0,02^a$	$0,61 \pm 0,12^a$
Αύξησης βάρους (g)	$0,13 \pm 0,03^a$	$0,15 \pm 0,03^a$	$0,14 \pm 0,04^a$	$0,26 \pm 0,09^a$
Ποσοστό αύξησης βάρους (%)	$39,8 \pm 6,3^a$	$40,7 \pm 6,8^a$	$45,6 \pm 14,3^a$	$74,1 \pm 19,5^a$
Ημερήσια αύξηση (mg)	$9,14 \pm 2,01^a$	$10,61 \pm 1,87^a$	$10,14 \pm 2,62^a$	$18,78 \pm 6,50^a$
Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR, %/ ημέρα)	$2,39 \pm 0,32^a$	$2,44 \pm 0,35^a$	$2,67 \pm 0,71^a$	$3,94 \pm 0,8^a$

Σημ.: οι διαφορετικοί εκθέτες των τιμών υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά ( $P<0,05$ )

Στην 24<sup>η</sup> ημέρα πειράματος τα αποτελέσματα ήταν τα εξής (Πιν. 6): το μέσο ολικό βάρος των ατόμων που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο Π8 ήταν  $0,53g \pm 0,05g$ , το μέσο ολικό βάρος των ατόμων που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο Π10 ήταν  $0,57g \pm 0,07g$ , το

μέσο ολικό βάρος των ατόμων που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο Π12 ήταν  $0,59\text{g} \pm 0,04\text{g}$  και το μέσο ολικό βάρος των ατόμων που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο Π14 ήταν  $0,86\text{g} \pm 0,19\text{g}$ . Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι τα σαλιγκάρια που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο Π14 είχαν σημαντικότερα ( $P < 0,05$ ) υψηλότερο ολικό βάρος συγκριτικά με τα σαλιγκάρια που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο Π8. Επίσης, τα σαλιγκάρια που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο Π14 έδειξαν υψηλότερο ολικό βάρος συγκριτικά με τα σαλιγκάρια που διατράφηκαν με τα σιτηρέσια Π10 και Π12, αλλά αυτή η διαφορά δεν ήταν στατιστικώς σημαντική ( $P > 0,05$ ). Επίσης, τα σαλιγκάρια που διατράφηκαν με τα σιτηρέσια Π14 είχαν στατιστικώς υψηλότερο ειδικό ρυθμό ανάπτυξης και ημερήσια αύξηση συγκριτικά με τα σαλιγκάρια των ομάδων Π8 και Π10.

**Πίνακας 6.** Παράμετροι αύξησης σαλιγκαριών μετά από 24 ημέρες διεξαγωγής του πειράματος.

Παράμετροι \ Σιτηρέσια	Π 8%	Π 10%	Π 12%	Π 14%
Αρχικά βάρη (g)	$0,32 \pm 0,02^a$	$0,36 \pm 0,01^a$	$0,32 \pm 0,01^a$	$0,33 \pm 0,04^a$
Τελικά βάρη (g)	$0,53 \pm 0,05^a$	$0,57 \pm 0,07^{ab}$	$0,59 \pm 0,04^{ab}$	$0,89 \pm 0,19^b$
Αύξηση βάρους (g)	$0,21 \pm 0,04^a$	$0,21 \pm 0,07^{ab}$	$0,27 \pm 0,06^{ab}$	$0,51 \pm 0,16^b$
Ποσοστό αύξησης βάρους (%)	$66,4 \pm 9,5^{ab}$	$57,4 \pm 19,1^a$	$87,6 \pm 23,0^{ab}$	$142,6 \pm 34,3^b$
Ημερήσια αύξηση (mg)	$8,87 \pm 1,58^a$	$8,72 \pm 2,94^a$	$11,37 \pm 2,33^{ab}$	$21,05 \pm 6,81^b$
Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR, %/ ημέρα)	$2,12 \pm 0,24^a$	$1,87 \pm 0,52^a$	$2,61 \pm 0,51^{ab}$	$3,67 \pm 0,59^b$

Σημ.: οι διαφορετικοί εκθέτες των τιμών υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά ( $P < 0,05$ )

Η τελευταία μέτρηση βάρους πραγματοποιήθηκε την τριακοστή πρώτη (31<sup>η</sup>) ημέρα του πειράματος, όπου το μέσο ολικό βάρος των ατόμων που διατράφηκαν με το Π8 σιτηρέσιο ήταν  $0,60\text{g} \pm 0,01\text{g}$ , το μέσο ολικό βάρος των ατόμων που διατράφηκαν με το

Π10 σιτηρέσιο ήταν  $0,67\text{g} \pm 0,06\text{g}$ , το μέσο ολικό βάρος των ατόμων που διατράφηκαν με το Π12 σιτηρέσιο ήταν  $0,75\text{g} \pm 0,09\text{g}$ , το μέσο ολικό βάρος των ατόμων που διατράφηκαν με το Π14 σιτηρέσιο ήταν  $1,26\text{g} \pm 0,22\text{g}$  (Πίν. 7). Η μέση αύξηση του ολικού βάρους, η ημερήσια ανάπτυξη και ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης των σαλιγκαριών που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο Π14 ήταν στατιστικώς υψηλότερα από ότι στα σαλιγκάρια των υπολοίπων διατροφικών μεταχειρίσεων. Επίσης, τα σαλιγκάρια που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο Π12 εμφάνισαν στατιστικώς υψηλότερο ολικό βάρος και ημερήσια ανάπτυξη συγκριτικά με τα σαλιγκάρια που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο Π8.

**Πίνακας 7.** Παράμετροι αύξησης σαλιγκαριών και αποδοτικότητα σιτηρεσίων στο τέλος του διατροφικού πειράματος.

Παράμετροι \ Σιτηρέσια	Π 8%	Π 10%	Π 12%	Π 14%
Αρχικά βάρη (g)	$0,32 \pm 0,02^a$	$0,36 \pm 0,01^a$	$0,32 \pm 0,01^a$	$0,33 \pm 0,04^a$
Τελικά βάρη (g)	$0,60 \pm 0,01^a$	$0,67 \pm 0,06^{ab}$	$0,75 \pm 0,09^b$	$1,26 \pm 0,22^c$
Αύξηση βάρους (g)	$0,28 \pm 0,01^a$	$0,30 \pm 0,06^{ab}$	$0,44 \pm 0,10^b$	$0,91 \pm 0,19^c$
Ημερήσια αύξηση (mg)	$9,07 \pm 0,43^a$	$9,75 \pm 1,94^a$	$14,23 \pm 3,34^b$	$29,38 \pm 6,20^c$
Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR, %/ ημέρα)	$2,04 \pm 0,15^a$	$1,94 \pm 0,29^a$	$2,82 \pm 0,55^a$	$4,11 \pm 0,29^b$

Σημ.: οι διαφορετικοί εκθέτες των τιμών υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά ( $P < 0,05$ )

### 3.2 Παράμετροι αξιοποίησης της τροφής

Η συνολική καταναλωθείσα ποσότητα τροφής ανά μεταχείριση ήταν η ακόλουθη: στην πρώτη μεταχείριση στην οποία χορηγούνταν το σιτηρέσιο Π8 καταναλώθηκαν συνολικά 35,47g τροφής καθ'όλη τη διάρκεια του πειράματος. Στην δεύτερη μεταχείριση στην οποία χορηγούνταν το σιτηρέσιο Π10 καταναλώθηκαν συνολικά 34,15g τροφής. Στην

τρίτη μεταχείριση στην οποία χορηγήθηκε το σιτηρέσιο Π12 καταναλώθηκαν 28,32g τροφής συνολικά. Στην τέταρτη μεταχείριση στην οποία χορηγήθηκε το σιτηρέσιο Π14 καταναλώθηκαν συνολικά 41,34g τροφής.

Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) ήταν  $2,99 \pm 0,39$  για τα σαλιγκάρια που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο Π8,  $3,06 \pm 0,57$  για τα σαλιγκάρια που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο Π10,  $1,84 \pm 0,40$  για τα σαλιγκάρια που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο Π12 και  $1,35 \pm 0,23$  Για τα σαλιγκάρια που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο Π14, αντίστοιχα. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι τα σαλιγκάρια που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο Π14 είχαν σημαντικότερα ( $P < 0,05$ ) υψηλότερο συντελεστή μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) από τα σαλιγκάρια που διατράφηκαν με τα σιτηρέσια Π8, Π10, Π12.

**Πίνακας 8.** Παράμετροι αύξησης σαλιγκαριών και αποδοτικότητα σιτηρεσίων στο τέλος του διατροφικού πειράματος.

Παράμετροι \ Σιτηρέσια	Π 8%	Π 10%	Π 12%	Π 14%
Συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής (14 ημέρες)	$3,03 \pm 0,45^a$	$2,75 \pm 0,08^a$	$2,58 \pm 0,62^a$	$2,12 \pm 0,07^a$
Συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής (24 ημέρες)	$3,14 \pm 0,76^a$	$3,56 \pm 1,00^a$	$2,29 \pm 0,52^a$	$1,89 \pm 0,10^a$
Συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής (31 ημέρες)	$3,01 \pm 0,50^a$	$3,13 \pm 0,69^a$	$1,72 \pm 0,45^a$	$1,28 \pm 0,40^b$
Ατομική ημερήσια κατανάλωση (mg)	$27,01 \pm 2,42$	$29,18 \pm 4,32$	$25,26 \pm 0,47$	$33,50 \pm 15,75$

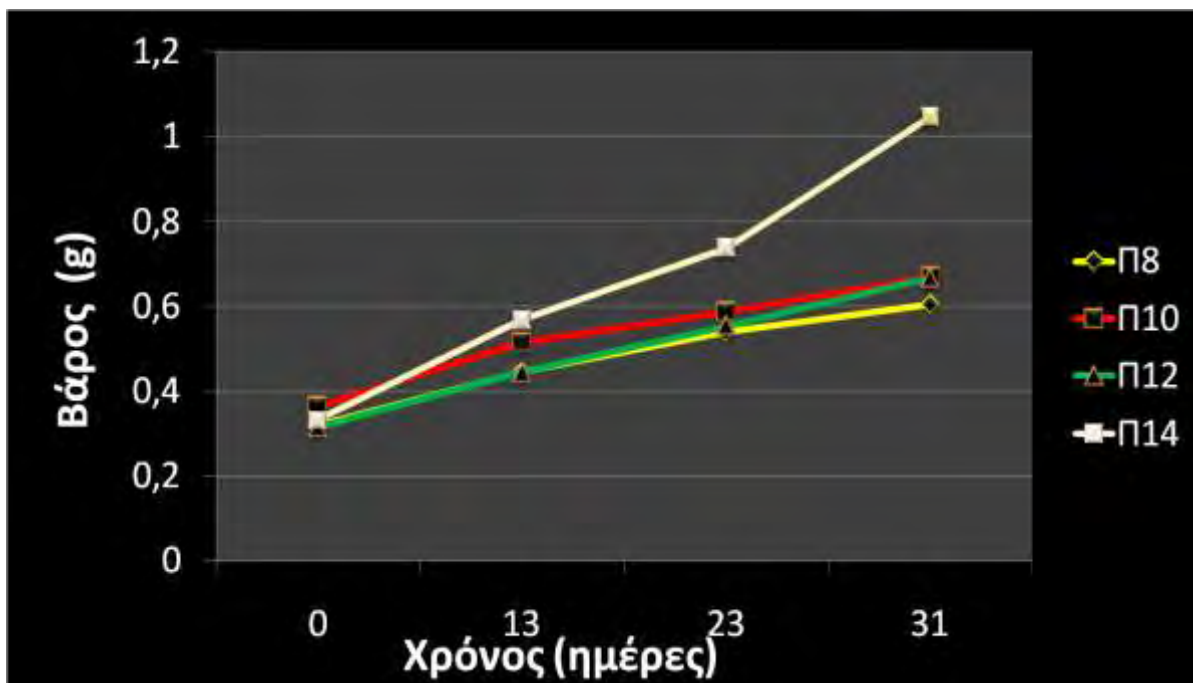
Σημ.: οι διαφορετικοί εκθέτες των τιμών υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά ( $P < 0,05$ )

#### 4.ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Ο σκοπός της παρούσας ερευνητικής εργασίας ήταν η μελέτη των επιδράσεων διαφορετικών διαιτητικών επιπέδων πρωτεΐνης στην ανάπτυξη του *H. aspersa*, σε πλήρως ελεγχόμενες συνθήκες εκτροφής στις εγκαταστάσεις του εργαστηρίου εκτροφής γαστερόποδων του Τμήματος.

Όσον αφορά την πειραματική διαδικασία, την κατάρτιση σιτηρεσίων και τις συνθήκες που επικρατούσαν στο χώρο διεξαγωγής της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν ως βάση παλαιότερες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με το είδος (Gomot *et al.*, 1989; Jess and Marks, 1995; Tompa, 1984; Jess and Marks, 1997; Milinsk *et al.*, 2006).

Από τις τέσσερις μετρήσεις βάρους που πραγματοποιήθηκαν, είναι φανερό ότι τα βάρη των σαλιγκαριών αυξάνονταν καθ'όλη τη διάρκεια του πειράματος (Σχ. 2). Έτσι, τα σαλιγκάρια που τράφηκαν με το σιτηρέσιο Π8, εμφάνισαν μέση αύξηση στο τέλος του πειράματος  $0,28 \pm 0,01$  g. Αυτό σημαίνει ότι αυτά τα σαλιγκάρια αυξήθηκαν σε σχέση με το αρχικό τους βάρος κατά  $88,4 \pm 8,9$  %. Τα σαλιγκάρια που τράφηκαν με το σιτηρέσιο Π10 αυξήθηκαν κατά μέσο όρο  $0,30 \pm 0,06$  g. Παρατηρήθηκε, λοιπόν, μια αύξηση  $83,0 \pm 16,5$  %. Στα σαλιγκάρια που χορηγήθηκε το Π12 σιτηρέσιο αυξήθηκαν κατά μέσο όρο  $0,44 \pm 0,1$  g, δηλαδή αυξήθηκαν κατά  $141,8 \pm 41,4$  % σε σχέση με το αρχικό τους βάρος και τέλος τα σαλιγκάρια που τράφηκαν με το μεγαλύτερο σε ποσοστό πρωτεΐνης σιτηρέσιο Π14 εμφάνισαν αύξηση  $0,91 \pm 0,19$  g και ποσοστιαία αύξηση σε σχέση με το αρχικό τους βάρος της τάξης του  $258,3 \pm 32,5$  %.



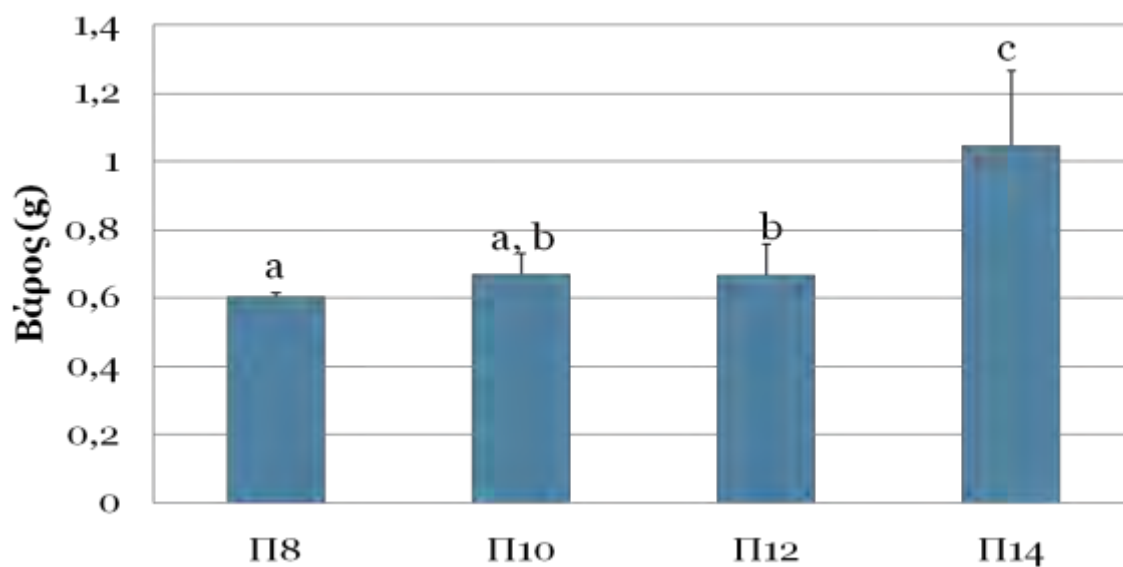
Σχήμα 2. Ανάπτυξη (βάρος, g) των σαλιγκαριών στη διάρκεια του πειράματος.

Με τη στατιστική επεξεργασία που πραγματοποιήθηκε, παρατηρήθηκαν σαφείς στατιστικές διαφορές στα τελικά βάρη των σαλιγκαριών. Έτσι, τα σαλιγκάρια που τράφηκαν με το Π8 σιτηρέσιο παρουσίασαν στατιστικώς σημαντική διαφορά σε σχέση με αυτά που τράφηκαν με το σιτηρέσιο Π12 και με αυτά που τράφηκαν με το σιτηρέσιο Π14. Αυτά που τράφηκαν με το σιτηρέσιο Π10 παρουσίασαν στατιστικώς σημαντική διαφορά σε σχέση με αυτά που τράφηκαν με το σιτηρέσιο Π14. Τα σαλιγκάρια που τράφηκαν με το σιτηρέσιο Π12 εμφάνισαν στατιστικώς σημαντική διαφορά με αυτά που τράφηκαν με το σιτηρέσιο Π8 και Π14. Τα σαλιγκάρια που τράφηκαν με το σιτηρέσιο Π14 εμφάνισαν στατιστικώς σημαντική διαφορά με όλα τα υπόλοιπα, δηλαδή με αυτά που τράφηκαν με το σιτηρέσιο Π8, Π10 και Π12.



Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι τα σαλιγκάρια που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο Π14 είχαν σημαντικότερη ( $P < 0,05$ ) ανάπτυξη συγκριτικά με τα σαλιγκάρια που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο Π8, τόσο την 24<sup>η</sup> ημέρα διεξαγωγής του πειράματος όσο και στο τέλος του πειράματος (31 ημέρες εκτροφής). Αυτό υποδεικνύει ότι η επίδραση του αυξημένου επιπέδου διαιτητικής πρωτεΐνης στο σιτηρέσιο ήταν εμφανής στην ανάπτυξη των σαλιγκριών από την 24<sup>η</sup> ημέρα και έπειτα.

Παρατηρήθηκε, λοιπόν, ότι το σιτηρέσιο με το μεγαλύτερο σε ποσοστό πρωτεΐνης έδωσε τα μεγαλύτερα τελικά βάρη, καθώς και το γρηγορότερο ρυθμό ανάπτυξης σε σχέση με τα υπόλοιπα σιτηρέσια. Επίσης, μέσω της πειραματικής διαδικασίας και με τη βοήθεια των ενδιάμεσων μετρήσεων βάρους, παρατηρήθηκε ότι αυξανόμενου του επιπέδου πρωτεΐνης στο σιτηρέσιο από 8% έως 14%, αυξήθηκε το βάρος σώματος των σαλιγκαριών (Σχ. 3).



Σχήμα 3. Τελικό βάρος (g) των σαλιγκαριών.

Τα πειραματικά σιτηρέσια που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα αυτή, παρουσίασαν διαφορετικούς συντελεστές μετατρεψιμότητας. Παρατηρήθηκε μια μείωση στο συντελεστή μετατρεψιμότητας όσο αυξανόταν το επίπεδο πρωτεΐνης στο σιτηρέσιο. Το χαμηλότερο συντελεστή ( $1.35 \pm 0.23$ ) παρουσίασε το σιτηρέσιο με τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (Π14). Αυτό σημαίνει ότι το σιτηρέσιο Π14 είχε την καλύτερη αφομοίωση από τα σαλιγκάρια.

Η γνώση που υπάρχει σήμερα για τις διατροφικές απαιτήσεις σε θρεπτικές ουσίες του εκτρεφόμενου *H. aspersa* είναι ελλιπής. Σε διατροφικό πείραμα που πραγματοποιήθηκε από τους Milinsk *et al.*, (2006), χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα σιτηρέσια με ποσοστό πρωτεΐνης 12%, 15%, 18% και 21%, όπου παρατηρήθηκε ότι το σιτηρέσιο με πρωτεΐνη 18% απέδωσε μεγαλύτερη ανάπτυξη και την αμέσως καλύτερη ανάπτυξη απέδωσε το σιτηρέσιο με ποσοστό πρωτεΐνης 15%. Οι Marks and Jess, (1989) σε διατροφικό τους πείραμα συμπέραναν ότι αυξάνοντας τα επίπεδα πρωτεΐνης, ασχέτως της πηγής τους, πάνω από 17% δεν αυξάνεται η ανάπτυξη των σαλιγκαριών ούτε η μετατρεψιμότητα της τροφής, ενώ και η ποσότητα της τροφής που προσλαμβάνεται από τα ζώα μειώνεται. Στην έρευνα αυτή, παρατηρήθηκε ότι τα σαλιγκάρια που τράφηκαν μόνο με οστρακάλευρο ή οστρακάλευρο με την προσθήκη βιτών απέδωσαν τα καλύτερα τελικά σωματικά βάρη.

Οι Milinsk *et al.*, (2003) μελέτησαν την επίδραση εμπλουτισμένων σιτηρεσίων με διαφορετικά φυτικά έλαια στο προφίλ των λιπαρών οξέων του σαλιγκαριού *H. aspersa*. Χρησιμοποιήθηκαν σιτηρέσια που στο μόνο που διέφεραν ήταν η πηγή του περιεχόμενου φυτικού ελαίου (3% επί του συνολικού σιτηρεσίου). Τα φυτικά έλαια που

χρησιμοποιήθηκαν ήταν το σογιέλαιο, το ηλιέλαιο, το λινέλαιο, το ριζέλαιο, το αραβοσιτέλαιο και το κραμβέλαιο. Η σύνθεση του βασικού μίγματος των σιτηρεσίων (χωρίς την προσθήκη των ελαίων) που χρησιμοποιήθηκαν στην παραπάνω έρευνα φαίνεται στον Πίν. 9. Στη μελέτη αυτή, παρατηρήθηκε ότι το ποσοστό επιβίωσης των σαλιγκαριών που τράφηκε με το σιτηρέσιο που περιείχε αραβοσιτέλαιο ανήλθε στο 100 %, ενώ στις λοιπές πειραματικές ομάδες σαλιγκαριών το ποσοστό επιβίωσης ήταν 87,5 έως 90%.

**Πίνακας 9.** Συστατικά πρώτων υλών και θρεπτική σύσταση του βασικού μίγματος των σιτηρεσίων που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη των Milinsk *et al.* (2003).

Συστατικά σιτηρεσίου	% επί της ξηρής ουσίας σιτηρεσίου
Καλαμπόκι	25,00
Σιτάλευρο	19,91
Σογιάλευρο	18,00
Ηλιάλευρο	15,97
Φωσφορικό διασβέστιο	10,30
Οστρακάλευρο	5,00
Ασβεστόλιθος	1,81
Φυτικά έλαια	3,00
Αλάτι (NaCl)	0,50
Βιταμίνες και μεταλλικά στοιχεία	0,50
BHT	0,02
Θρεπτική σύσταση σιτηρεσίου (%)	
Μεταβολιστέα ενέργεια (kcal/kg)	2450
Ολική πρωτεΐνη	20,00
Ινώδεις ουσίες	5.45
Φώσφορος	2,50
Ασβέστιο	5,00
Υδατάνθρακες	6.11
Μεθιονίνη και κυστίνη	0.90
Λυσίνη	1,00

Από την ανάλυση του προφίλ των λιπαρών οξέων των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα διαπιστώθηκαν δύο αξιοσημείωτα συμπεράσματα. Η

έρευνα των Milinsk *et al.* (2003) απέδειξε ότι η ποιότητα της σάρκας του σαλιγκαριού *H. aspersa* σχετίζεται άμεσα με τη σύνθεση του σιτηρεσίου που χρησιμοποιήθηκε. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι τα σαλιγκάρια που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο που ήταν εμπλουτισμένο με λινέλαιο παρουσίασαν την καλύτερη θρεπτική σύσταση σε σχέση με τα σαλιγκάρια που διατράφηκαν με σιτηρέσια που ήταν εμπλουτισμένα με άλλα φυτικά έλαια.

Επιπρόσθετα, οι Milinsk *et al.* (2006) μελέτησαν την επίδραση της διαφορετικής πηγής πρωτεΐνης και λιπών του σιτηρεσίου στο προφίλ των λιπαρών οξέων της σάρκας του σαλιγκαριού *H. aspersa*. Τα σαλιγκάρια που χρησιμοποιήθηκαν ήταν μέσου βάρους 2 g και διατράφηκαν με 4 ισοενεργειακά σιτηρέσια (10,5 KJ/g σιτηρεσίου) που διέφεραν ως προς το επίπεδο της περιεχόμενης πρωτεΐνης 12%, 15%, 18%, 21% (Πίν. 10).

Οι Marks και Jess, (1989) μελέτησαν την πρόσληψη της τροφής και την μετατρεψιμότητά της στο σαλιγκάρι *H. aspersa*, τα οποία ταΐστηκαν με συνθετικές τροφές διαφορετικών πηγών πρωτεϊνών. Αυξάνοντας τα επίπεδα της πρωτεΐνης, ασχέτως με την πηγή τους, πάνω από το 17% της ξηρής ουσίας του σιτηρεσίου, μειώθηκε η πρόσληψη της παρεχόμενης τροφής, χωρίς ωστόσο να αυξηθεί η μετατρεψιμότητα της αλλά και η ανάπτυξη του ζώου. Οι ίδιοι ερευνητές συμπέραναν ότι η χρησιμοποίηση οστρακάλευρου, με ή χωρίς την προσθήκη βιτών, παρέχουν καλύτερη ανάπτυξη στα σαλιγκάρια, απ' ότι άλλα σιτηρέσια που περιείχαν σογιάλευρο ή ρεγγάλευρο. Η μέση απαίτηση ασβεστίου εκτιμήθηκε στο 13 % του σιτηρεσίου προερχόμενο από το οστρακάλευρο.

**Πίνακας 10.** Σύσταση πειραματικών τροφών των Milinsk *et al.* (2006).

Συστατικά	Συστατικά			
	12% πρωτεΐνη	15% πρωτεΐνη	18% πρωτεΐνη	21% πρωτεΐνη
Καλαμπόκι	62,82	53,46	44,09	34,71
Σογιάλυρο	12,32	21,40	30,48	39,57
Μεθειονίνη	0,27	0,18	0,09	0,00
Λυσίνη	0,92	0,62	0,31	0,00
Οστρακάλυρο	5,90	5,91	5,92	5,92
Διασβεστούχος φώσφορος	12,21	12,06	11,91	11,76
Βιταμίνες και ανόργανα στοιχεία	0,50	0,50	0,50	0,50
Αλάτι (NaCl)	0,50	0,50	0,50	0,50
Υπολείμματα ζαχαροκάλαμου(%)	4,19	3,54	2,89	2,24
Σογιέλαιο (%)	0,37	1,84	3,31	4,79
<b>Θρεπτικά στοιχεία</b>				
Μεταβολιστέα ενέργεια (kcal/kg)	2510	2510	2510	2510
Ολική πρωτεΐνη (%)	12,00	15,00	18,00	21,00
Λυσίνη (%)	1,22	1,22	1,22	1,22
Μεθειονίνη και κυστίνη (%)	0,75	0,75	0,75	0,75
Ασβέστιο (%)	5,00	5,00	5,00	5,00
Συνολικός φώσφορος (%)	2,50	2,50	2,50	2,50
Ινώδεις ουσίες (%)	3,50	3,50	3,50	3,50

Το έδαφος είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τη διατροφή των σαλιγκαριών, εξ αιτίας των οργανικών και ανόργανων συστατικών που περιέχει. Η ανάπτυξη των σαλιγκαριών, με την παρουσία ή απουσία νεκρής φυτικής οργανικής ύλης (compost) διαμορφώνεται σε τρεις φάσεις: την αρχική αργή φάση (0-5 εβδομάδες), ακολουθεί η έντονη αύξηση (5-13 εβδομάδες) και έπειτα η ασυμπτωτική φάση, όπου κύριο χαρακτηριστικό είναι ότι τα σαλιγκάρια φτάνουν σε γεννητική ωρίμανση (Marks and Jess, 1989). Έπειτα, αυξάνοντας τη σύνθεση της πρωτεΐνης από 14% σε 24%, χρησιμοποιώντας φυτικές ή ζωικές πηγές, δεν βελτιώνονται οι ρυθμοί αύξησης, με την παρουσία ή απουσία

της νεκρής φυτικής οργανικής ύλης. Τα σαλιγκάρια που τράφηκαν μόνο με οστρακάλευρο ή με βίτες, είχαν καλύτερα τελικά βάρη από το σιτηρέσιο που περιείχε ζωικές πρωτεΐνες (ρεγγάλευρο) ή φυτικές πρωτεΐνες (σογιάλευρο) (Marks and Jess, 1989).

Κατά τη διάρκεια των πρώιμων και μεσαίων σταδίων ανάπτυξης, η προσθήκη σκόνης γάλακτος στο σιτηρέσιο, βελτίωσε την ανάπτυξη σε σύγκριση με το σιτηρέσιο που είχε μόνο οστρακάλευρο, αλλά όχι σε σύγκριση με εκείνο το σιτηρέσιο που περιείχε και βίτες. Τα μέσα τελικά βάρη των σαλιγκαριών που ταΐστηκαν χωρίς την παροχή πρωτεϊνών ήταν μεγαλύτερα από αυτά των σαιγκαριών που ταΐστηκαν με σιτηρέσιο, το οποίο είχε πρόσθετη τη σκόνη γάλακτος (Marks and Jess, 1989). Την καλύτερη μετατρεψιμότητα της τροφής παρουσίασαν τα σαλιγκάρια που ταΐστηκαν με σιτηρέσιο που είχε ως πρόσθετο τη σκόνη γάλακτος με την παρουσία της νεκρής φυτικής οργανικής ύλης. Η μετατρεψιμότητα σε όλα τα σιτηρέσια μειώθηκε με την ηλικία. Η κατανάλωση ανθρακικού ασβεστίου ήταν σημαντικά χαμηλότερη για τα σαλιγκάρια που έλειπε η νεκρή φυτική οργανική ύλη, αποδεικνύοντας ότι δεν ήταν περιοριστικός παράγοντας της αύξησης (Marks and Jess, 1989). Η υψηλότερη κατανάλωση του ανθρακικού ασβεστίου συνδέεται με καλύτερη ανάπτυξη στα περισσότερα σιτηρέσια.

Επίσης, από την ίδια έρευνα, διαπιστώνεται ότι τα σιτηρέσια που δεν εξασφαλίζουν ιδανική ανάπτυξη με την απουσία της νεκρής φυτικής οργανικής ύλης είχαν πολύ χαμηλά επίπεδα ινωδών ουσιών. Η ποσότητα της οργανικής ύλης στο έδαφος είναι ένας σημαντικός παράγοντας που ενισχύει την ανάπτυξη των σαλιγκαριών (Marks and Jess, 1989).

Έχει προταθεί ότι τα νεαρά σαλιγκάρια ωφελούνται από τη συμμετοχή της σκόνης γάλακτος στο σιτηρέσιο, γιατί αποτελεί ενεργειακή αποθήκη και συμβάλλει στο

σχηματισμό της γαλακτογενάσης (Tompa, 1984). Επίσης, το πεπτικό σύστημα των νεαρών σαλιγκαριών, πιθανόν να είναι καλά εξοπλισμένο με την γαλακτόζη.

**Πίνακας 11.** Χημική σύσταση (%) των πειραματικών σιτηρεσίων (Marks and Jess, 1989).

Χημική σύσταση σιτηρεσίων	Βασικό πρόμιγμα (ΒΠ) (οστρακάλευρο)	ΒΠ + σκόνη γάλακτος	ΒΠ + σογιάλευρο	ΒΠ + ρεγγάλευρο	ΒΠ + βίτες	ΒΠ + ουρία	Μέσος όρος
Ολική Πρωτεΐνη (%)	14,5	22,7	23,9	22,5	17,4	22,2	20,5
Τέφρα (%)	6,1	6,9	6,5	9,1	6,4	6,3	6,9
Ινώδεις ουσίες (%)	5,1	3,1	4,5	4,8	5,8	3,8	4,5
Αλάτι (%)	0,55	1,11	0,52	1,05	0,50	0,53	0,71
Ca (mg/Kg)	0,95	1,17	0,94	1,91	0,89	0,97	1,14
P (mg/Kg)	0,59	0,77	0,70	1,10	0,75	0,69	0,74
Mg (mg/Kg)	0,18	0,21	0,21	0,25	0,22	0,25	0,22
Cu (ppm)	29	20	25	12	17	21	21
Zn (ppm)	131	96	105	94	104	91	103
Mn (ppm)	94	69	87	85	101	88	87

Οι Garcia *et al.* (2005) κατάρτησαν δύο σιτηρέσια για σαλιγκάρια. Το πρώτο σιτηρέσιο περιείχε αλεύρι και διάφορα δημητριακά, ενώ το δεύτερο σιτηρέσιο περιείχε φρέσκα φύλλα λάχανων, τα οποία προτείνονται για την εκτατική εκτροφή. Τα σαλιγκάρια εκτράφηκαν για 6 εβδομάδες. Τα σαλιγκάρια που τράφηκαν με τα φύλλα των λάχανων παρουσίασαν αργή και ετερογενής αύξηση και τα τελικά βάρη των σαλιγκαριών ήταν έντεκα φορές χαμηλότερα από εκείνα των σαλιγκαριών που τράφηκαν με συνθετική τροφή. Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας ήταν μεγαλύτερος στα σαλιγκάρια που τράφηκαν με συνθετική τροφή. Τα αποτελέσματα αποδεικνύουν ότι τα συνθετικά σιτηρέσια είναι

ιδανικότερα σε σχέση με τα φρέσκα λαχανικά για την εκτροφή των νεαρών σταδίων του

*Helix aspersa*.



## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Οι παράμετροι ανάπτυξης των σαλιγκαριών (τελικό βάρος, αύξηση βάρους, ημερήσια αύξηση) επηρεάστηκαν στατιστικά σημαντικά από το χορηγούμενο σιτηρέσιο. Οι παράμετροι αυτοί συσχετίζονται θετικά με το επίπεδο της διαιτητικής πρωτεΐνης αυξανόμενο από 8% στο 14% του σιτηρεσίου.
- Αντίστοιχες διαφορές παρατηρήθηκαν στους συντελεστές μετατρεψιμότητας της τροφής μεταξύ των σιτηρεσίων (μείωση του FCR με αύξηση του επιπέδου πρωτεΐνης από 8% στο 14% του σιτηρεσίου).
- Η σταδιακή αύξηση του επιπέδου πρωτεΐνης από 8% σε 14% στο σιτηρέσιο των σαλιγκαριών οδήγησε σε ανάλογη θετική μεταβολή στο ρυθμό ανάπτυξης των ζώων.
- Στην προκαταρκτική αυτή μελέτη το σιτηρέσιο με περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη 14% οδήγησε σε καλύτερη ανάπτυξη των σαλιγκαριών και παρουσίασε το χαμηλότερο συντελεστή μετατρεψιμότητας της τροφής.
- Οι επιστημονικές γνώσεις στη διατροφή του *H. aspersa* είναι ελλιπείς και χρειάζονται περισσότερες μελέτες μελλοντικά.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Ansart, A. and Vernon P. (2003).** Cold hardiness in molluscs. Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. All rights reserved. *Acta Oecologica*, 24: 95–102.
- **AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (1990).** Official Methods of Analysis (ed. by K. Helrich). AOAC, Arlington, VA, USA, p. 684.
- **Beitz, D.C. (1985).** Physiological and metabolic systems important to animal growth: an overview. *Journal of Animal Science*, 61: 1-20.
- **Bleakney, M.M., Fleming C.C. and Marks R.J. (1989).** Genetic and phenotypic variation in allopatric populations of *Helix aspersa* (Muller): Apreliminary report. In ed. *Henderson I. Slugs and snails in world agriculture. BCPC Monograph*, No. 41: 319- 326.
- **Charrier, M. and Daguzan J. (1980).** Etude du bilan hydrique et de son evolution en fonction de la temperature et de l' humidite relative chez *Helix aspersa* (Muller) (Mollusque Gasteropode Pulmone). *Halliotis*, 10 (1): 33- 36.
- **Daguzan, J. (1989).** L' elevage de l' escargot au heliciculture, en France: Etat actuel et perspectives. *Haliotis*, 19: 165- 175.
- **Duncan, C.J. (1975).** Functional Anatomy and Physiology. In Pulmonates, Vol. 1. Ed. Fretter V. and Peake J. Reproduction. Academic Press Inc., London, U.K.

- **Elmslie, L.J. (1989).** Snail farming in field pens in Italy. British Crop Protection Council Monograph, 41: 19-25.
- **Ferraz, J. (1999).** O escargot criacao e comercializacao. Sao Paulo: Icone Editora Ltda.
- **Garcia, A., Perea J., Martin R., Acero R., Mayoral., Pena F. and Luque M. (2005).** Effect of two diets on the growth of the *Helix aspersa* (Muller) during the juvenile stage. 56<sup>th</sup> Annual Meeting EAAP, Uppsala, Sweden.
- **Gomot, A., Gomot L., Boukraa S. And Bruckert S. (1989).** Influence of soil on the growth of the land snail *Helix aspersa*. An experimental study of the absorption route for the stimulating factors. *Journal of Molluscan Studies*, 55: 1-7.
- **Gomot, A. (1998).** Biochemical composition of *Helix* snails: influence of genetic and physiological factors. *Journal of Molluscan Studies*, 64: 173-181.
- **Grandi, A. and Panella F. (1978).** Composizione chimica e qualita proteica delle carni di *Helix aspersa* (Muller) e di *Helix lucorum* (Muller). Quaderno del 1 centro di elicicoltura. Borgo S.D., 7: 113.
- **Iglesias, J., Santos M. and 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.
- **Jauncey, K. (1998).** Tilapia: Feeds and Feeding. Pisces Press Ltd, Institute of Aquaculture, University of Stirling, Scotland.
- **Jess, S. and Marks R. J. (1989).** The interaction of diet and substrate on the growth of *Helix aspersa* (Muller) var *maxima*. In *Slugs and Snails in World Agriculture*

(Ed. I. F. Henderson). *British Crop Protection Council Monograph* 41: 311-317.  
Thornton Heath: BCPC.

- **Jess, S., Marks R.J., (1995).** Population density effects on growth in culture of the edible snail *Helix aspersa* var. *maxima*. *Journal of Molluscan Studies* 61: 313-23.
- **Jess, S. and Marks R.J. (1998).** Effect of temperature and photoperiod on growth and reproduction of *Helix aspersa* var. *maxima*. *Cambridge University Press. Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 130: 367-372.
- **Koene, J.M. and Chase R. (1998a).** The love dart of *Helix aspersa* (Muller) is not a gift of calcium. *The Malacological Society of London*. 64: 75-80.
- **Lazaridou-Dimitriadou, M., Alpoyanni E., Baka M., Brouziotis T., Kifonidis N., Mihaloudi E., Sioula D. and 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. and Bailey SER. (1991).** Growth, reproduction and activity rhythms in two species of edible snails, *Helix aspersa* and *Helix lucorum*, in non 24-hour light cycles. *Journal of Zoology*, 225: 381–391.
- **Lazaridou –Dimitriadou, M. and Kattoulas M. (1981).** Contribution a l' etude de la biologie et de la croissance des escargots commercialises en Crece: *Eobania vermiculata* (Muller) et *Helix aspersa* (Muller). *Haliotis*, 11: 129- 137.
- **Lazaridou-Dimitriadou, M. and Kattoulas, M.E. (1985).** Edible and Commercialized Snails of Greece- Heliciculture. *Haliotis*. 11: 129–137.

- **Lazaridou-Dimitriadou, M., Kattoulas M. and 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). *J. Mollus. Stud.* 49: 89-93.
- **Madec, L., Bellido A. and Guiller A. (2003).** Shell shape of the land snail *Cornu aspersum* in North Africa: unexpected evidence of a phylogeographical splitting. *Nature Publishing Group. Heredity.* 91: 224–231.
- **Madec, L. and Daguzan J. (1993).** Geographic variation in reproductive traits of *Helix aspersa* (Muller) studied under laboratory conditions. *Malacologia*, 35 (1): 99-117.
- **Miletic, I., Miric M., Lalic Z. and Sobajic S. (1991).** Composition of lipids and proteins of several species of mollusks, marine and terrestrial, from the Adriatic sea and Serbia. *Food Chemistry*, 41: 303-308.
- **Milinsk, M.C., Padre R.G., Hayashi C., Souza N.E. and Matsushita M. (2003).** Influence of feeds enriched with different vegetable oils on the fatty acids profiles of snail *Helix aspersa maxima*. *Food Chemistry*, 82: 553–558.
- **Milinsk, M.C., Padre G.R., Hayashi C., Oliviera C.C., Visentainer J.V., Souza N.E. and Mathousita 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.
- **Morton, J.E. (1979).** Molluscs. Hutchinson & Co. (Publishers) Ltd., W 1 P 6JD, London, U.K.

- **Ozogul, Y., Ozogul F. and Ilkan Olgunoglu 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.
- **Ports, D.C. (1975).** Persistence and Extinction of Local Populations of the Garden Snail *Helix aspersa* in Unfavorable Environments. Department of Biological Sciences, University of California, *Springer-Verlag, Oeeologia*, 21: 313-334.
- **Rodrigues, M.P. (1991).** Manual pratico para a criacao de caracois (escargots) (2nd ed.). Sao Paulo: Icone Editora Ltda.
- **Runham, N.W., (1975):** Functional anatomy and physiology. 3<sup>rd</sup> Edition. Academic Press, New York. Alimentary canal. Pulmonates. 1: 53-104.
- **Selander, R.K. and Kaufman D.W. (1975).** Genetic structure of the populations of the brown snail (*Helix aspersa*). *I. Macrogeographic radiation. Evolution*, 29: 385-401.
- **Solem, A. (1977).** Classification of the land Mollusca. In eds. Fretter V. and J. Peale, 1978. Pulmonates. *Academic Press, London*.
- **Tompa, A.S. (1984).** Reproduction. In *The Mollusca*, Vol. 7 Ed. Wilbur K.M., *Academic Press Inc.*, Orlando, Florida.
- **Wagge, L.E. (1952).** Quatitative studies of calcium metabolism in *Helix aspersa*. *J. Exp. Zool.*, 120: 311-342.

## ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Γκόγκας, Α., Χατζιωάννου Μ., Εξαδάκτυλος Α., Λαζαρίδου Μ. και Χρ. Νεοφύτου (2005).** Μεταποίηση και εμπορία των εδώδιμων σαλιγκαριών στην Ελλάδα. 2<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Υδροβιολογίας και Αλιείας, Βόλος.
- **Gallo, G. (1986).** Σαλιγκαροτροφία. *Εκδόσεις Ψιχάλου*, Αθήνα.
- **Δεσποτοπούλου, Α. (2006).** Επιλογή γεννητόρων του εδώδιμου σαλιγκαριού *Helix aspersa* σε σχέση με την αναπαραγωγική τους ικανότητα σε συνθήκες εντατικής εκτροφής. Πτυχιακή Διατριβή, Π.Θ.
- **Δεσποτοπούλου, Α. (2008).** Καταγραφή του σταδίου του γεννητικού συστήματος των σαλιγκαριών *Helix aspersa (Cornu aspersum)* (F1 γενιά) που προέρχονται από μονάδα εκτροφής. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Π.Θ.
- **Ζέρβας, Γ., Καλαϊσάκη Π. και Φεγγερού Κ. (2004).** Διατροφή αγροτικών ζώων. Εργαστήριο Διατροφής Ζώων, Τμήμα Ζωικής Παραγωγής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εκδόσεις Σταμούλης, σσ.35-56 και 160-210.
- **Καραπαναγιωτίδης Ι. και Μεντέ Ε. (2009).** Τεχνολογία ιχθυοτροφών. Πανεπιστημιακές παραδόσεις Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, σελ. 68.
- **Μάνδαλος, Α.Η (2008).** Η Δυναμική της Προσφοράς των Ελληνικών Σαλιγκαριών στην Αγορά της Ε.Ε.. Πτυχιακή Διατριβή, Π.Θ., Βόλος: 41- 43.
- **Μαρκάκη, Σ. (1990).** Το σαλιγκάρι και η εκτροφή του. 2<sup>η</sup> έκδοση. *Χρονοπρές Α.Ε.*, Αθήνα.

- **Νεοφύτου, Χ. και Χατζηιωάννου Μ. (2008).** Καθορισμός των ποιοτικών προδιαγραφών των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών *Helix aspersa*. Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Πυθαγόρας II. (Ε.Π.Ε.Α.Ε.Κ. II).
- **Τσιακούμη, Ε. (2009)** Διερεύνηση της συμπεριφοράς των Ελλήνων καταναλωτών για την αγορά των σαλιγκαριών. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Π.Θ., 18
- **Χατζηιωάννου, Μ. (2007).** Πανεπιστημιακές παραδόσεις του μαθήματος Εκτροφή Γαστεροπόδων Αμφιβίων και Ερπετών. Τμήμα Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

#### ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **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. <http://www.rirdc.gov.au/reports/NAP/00-188.html>.
- **Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. (2009)**  
<http://www.apae.uth.gr/pdf/Arxiki/Saligaria/saligkaria.pdf>



**ABSTRACT**

*H. aspersa* is one of the most commercial species in the world and is being successfully bred in many countries during the last decades. In Greece, the breeding of *H. aspersa* is an innovative and continuously developing branch of animal production. In snail breeding, as in all types of animal production, the species' diet is one of the most important factor for their growth and reproduction. In extensive breeding systems, snails as herbivorous organisms are fed with vegetables, cereals e.t.c. In intensive breeding systems species are granted dry feed comprised of vegetables enhanced with Ca. The poultry feed and big quantities (12- 30%) of stucco as main source of Ca is a common practice in snail breeding units. Nevertheless, scientific knowledge about species' demand of nutrients is limited. It is of critical importance the knowledge of protein need in order to achieve maximum animal growth. The defining of the ideal food protein level will contribute to a more economical production due to the reduction of the food cost which is the major expenditure.

A 31-day experiment was conducted in order to study the effects of different food protein levels in *H. aspersa* growth. Animals, 30 days old, which came from breeding facility were used. 240 animals, of average weight  $0.33 \pm 0.11$  gr. were randomly put in 12 cages, 8L volume each. The conditions were fully controlled: photoperiod 13:11 L:D, temperature  $21 \pm 1^\circ\text{C}$ , relative humidity 95%. Snails were fed on 4 diets of equal energy which differed only in the percentage of food protein: 7.87 %, 10,12%, 11,73%, 14,12% (3 repeats for every diet). Feeding was conducted 3 times per week until saturation and the

unconsumed amount of food was calculated by weighting. The weight growth was measured 3 times during the experiment.