



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Εκπαίδευσης και Αρχικής
Επαγγελματικής Κατάρτισης

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

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ – ΥΔΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΤΑΔΙΟΥ ΤΟΥ ΓΕΝΗΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ
ΤΩΝ ΣΑΛΙΓΚΑΡΙΩΝ *Helix aspersa* (F1 ΓΕΝΙΑ) ΠΟΥ
ΠΡΟΕΡΧΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΜΟΝΑΔΑ ΕΚΤΡΟΦΗΣ**

ΔΕΣΠΟΤΟΠΟΥΛΟΥ ΑΝΝΑ - ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

ΒΟΛΟΣ 2008

**«ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΤΑΔΙΟΥ ΤΟΥ ΓΕΝΗΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΩΝ
ΣΑΛΙΓΚΑΡΙΩΝ *Helix aspersa* (F1 ΓΕΝΙΑ) ΠΟΥ ΠΡΟΕΡΧΟΝΤΑΙ ΑΠΟ
ΜΟΝΑΔΑ ΕΚΤΡΟΦΗΣ»**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

- **Χρήστος Νεοφύτου**, Καθηγητής, Ιχθυολογίας- Υδροβιολογίας, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Επιβλέπων**.
- **Παναγιώτα Παναγιωτάκη**, Επίκουρη Καθηγήτρια, Υδατοκαλλιεργειών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος**.
- **Μαριάνθη Χατζηγιάννου**, Διδάσκουσα Π.Δ 407/80, Εκτροφή Γαστεροπόδων Αμφιβίων και Ερπετών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος**.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή πραγματοποιήθηκε στα εργαστήρια Ιχθυολογίας – Υδρολογίας και Εκτροφής Γαστεροπόδων του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Το αντικείμενο μελέτης ήταν η καταγραφή του σταδίου ωρίμανσης του γεννητικού συστήματος των σαλιγκαριών *Helix aspersa* (F1 γενιά) που προέρχονταν από μονάδα εκτροφής.

Κατά τη διάρκεια διεξαγωγής της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας η συμβολή και η βοήθεια αρκετών ανθρώπων ήταν απαραίτητη, και για το λόγο αυτό θα ήθελα να τους ευχαριστήσω όλους θερμά για την υποστήριξη που μου παρείχαν όποτε τους χρειάστηκα.

Πρώτα απ' όλα θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα αυτής της διπλωματικής εργασίας Καθηγητή κ. Χρήστο Νεοφύτου, για τις συμβουλές του και τις παρεμβάσεις του κατά τη διεξαγωγή του πειράματος και της συγγραφής της εργασίας, καθώς και το διδακτικό έργο που μου προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Επίσης, θερμά ευχαριστώ την κα Μαριάνθη Χατζηγιάννου, μέλος της εξεταστικής επιτροπής, διδάσκουσα με το Π.Δ 407/80, τόσο για τις πολύ χρήσιμες και απαραίτητες συμβουλές της στο θέμα της εκτροφής των σαλιγκαριών και το σχεδιασμό του πειράματος, που χωρίς τη συνεισφορά της θα ήταν ακατόρθωτο το έργο μου, όσο και για την προθυμία της και την άμεση συνεργασία της μαζί μου.

Επίσης, ευχαριστώ την Επίκουρη Καθηγήτρια κα Παναγιώτα Παναγιωτάκη για την προθυμία της, τις πολύτιμες συμβουλές και υποδείξεις, αλλά και για τη

διαρκή υποστήριξη τόσο κατά την πραγματοποίηση του εργαστηριακού και συγγραφικού μέρους της παρούσας εργασίας, όσο και καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Ευχαριστώ θερμά τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Δημήτριο Βαφεΐδη για τις πολύτιμες συμβουλές του και τη βοήθεια που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Ευχαριστώ θερμά την Επίκουρη Καθηγήτρια κα Ελένη Μεντέ, όπως και τον Ερευνητή κ. Ιωάννη Καραπαναγιωτίδη για τις πολύτιμες συμβουλές τους και τη βοήθεια τους στο εργαστήριο Ιστολογίας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τόσο τον κ. Αναστάσιο Υψηλάντη, ο οποίος παρείχε τις απαραίτητες συνθήκες στον άρτια διαμορφωμένο περιβάλλοντα χώρο των εγκαταστάσεων του στη μονάδα εκτροφής σαλιγκαριών στη περιοχή Ομορφοχώρι Λάρισας για τη διεξαγωγή του παρόντος πειράματος, όπως και για το ενδιαφέρον που έδειξε και τη φροντίδα που παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια της διεξαγωγής του πειράματος όσο και την κα Σοφία Τσιοκαρδάνη που μας παρείχε δείγμα γεννητόρων από τη μονάδα εκτροφής.

Θερμά ευχαριστώ τον πολύ καλό μου φίλο και συνεργάτη καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών Αλέξη Λόλα, ο οποίος κατά τη διεξαγωγή του πειράματος συνέβαλε επικουρικά με αμείωτο ενδιαφέρον, πολύ υπομονή, πολλές ώρες δουλειάς και διαρκή υποστήριξη.

Απαραίτητες σε μεγάλο βαθμό ήταν οι υποδείξεις και οι συμβουλές για τη στατιστική επεξεργασία του Υποψήφιου Διδάκτορα και καλού μου φίλου Μανώλη Μαλανδράκη, τον οποίο ευχαριστώ ολόψυχα για αυτό όπως και για τη μετάδοση μέρους της εμπειρίας του στην εκτροφή γαστεροπόδων στο εργαστήριο.

Ευχαριστώ τις συμφοιτήτριες και φίλες μου Αγγελική Παβέλη και Λουκία Γιαννακοπούλου, για την πολύτιμη βοήθειά τους κατά τη διάρκεια τις μεταπτυχιακής μου διατριβής. Τέλος, ευχαριστώ τον προπτυχιακό φοιτητή Γιώργο Καζανίδη για την πολύτιμη βοήθειά του στο εργαστήριο της ιστολογίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας ήταν η καταγραφή του σταδίου του γεννητικού συστήματος του εδώδιμου σαλιγκαριού *Helix aspersa* που προερχόταν από μονάδα εκτροφής, σε σχέση με το ρυθμό αύξησής του. Η προσπάθεια καταγραφής έγινε μέσα από την ανατομία του αναπαραγωγικού συστήματος και την ιστολογική μελέτη της γονάδας.

Μελετήθηκαν δύο πληθυσμοί ζώων F1 γενιάς. Ο μάρτυρας, ήταν μεικτός και προερχόταν από γεννήτορες μονάδας εκτροφής και γεννήτορες εργαστηρίου ενώ ο υπό εξέταση πληθυσμός, ήταν ζώα εργαστηρίου που μεταφέρθηκαν σε μονάδα εκτροφής.

Για τη μελέτη του ρυθμού αύξησης εξετάστηκαν οι μεταβολές του βάρους σώματος (W) και της μεγάλης διαμέτρου (D) του κελύφους των ζώων. Για τη μελέτη της εξέλιξης του γεννητικού συστήματος, έγινε ανατομία ζώων ίδιου μεγέθους αλλά διαφορετικών ηλικιών και συγκρίθηκαν τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά του και το βάρος του λευκωματογόνου αδένου και του γεννητικού συστήματος. Για την ιστολογική ανάλυση, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος χρώσης Αιματοξυλίνης-Ηωσίνης.

Ο ρυθμός αύξησης των εξεταζόμενων ζώων βρέθηκε ίσος με 0.1209 mm/ημέρα (D) και 0,037 g/ημέρα (W). Ο μέσος όρος του ολικού βάρους του γεννητικού συστήματος των εκτρεφόμενων ζώων, υπολογίστηκε ίσος με 764,51 mg ενώ ο μέσος όρος του βάρους του λευκωματογόνου ίσος με 349,45 mg. Η στατιστική επεξεργασία δεν έδειξε σημαντική διαφορά για τα δύο αυτά χαρακτηριστικά ($P=0,76$, $P=0,84$) ενώ για όλα τα υπόλοιπα (μήκος θήκης

ακοντίου, μήκος μαστιγίου κτλ.), βρέθηκαν στατιστικές διαφορές ($P < 0,05$). Η ιστολογική μελέτη των γονάδων, επιβεβαίωσε το πρότυπο εξέλιξης του αναπαραγωγικού συστήματος σύμφωνα με τη βιβλιογραφία.

Για τα ζώα μάρτυρες, ο μέσος όρος του ολικού βάρους του γεννητικού συστήματος υπολογίστηκε ίσος με 1702,90 mg ενώ ο μέσος όρος του βάρους του λευκωματογόνου ίσος με 698,91 mg. Η στατιστική επεξεργασία έδειξε σημαντική διαφορά για τα περισσότερα μορφομετρικά χαρακτηριστικά του γεννητικού συστήματος ($P < 0,05$). Επίσης, σημαντικά διέφεραν ως προς το βάρος του λευκωματογόνου αδένα ($P = 0,004$), ενώ ως προς το βάρος του γεννητικού συστήματος δεν διέφεραν σημαντικά ($P = 1,1693$).

Από τη συσχέτιση των μορφομετρικών με τα χαρακτηριστικά του γεννητικού συστήματος, δε φαίνεται να επηρεάζεται η ανάπτυξη του από το ρυθμό αύξησης.

Λέξεις Κλειδιά: *Helix aspersa*, εκτροφή σαλιγκαριών, αύξηση, γεννητικό σύστημα, ιστολογικά παρασκευάσματα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
1.1. Το σαλιγκάρι <i>Helix aspersa</i>	10
1.1.1. Περιγραφή	10
1.1.2. Συστηματική κατάταξη.....	11
1.1.3. Γεωγραφική εξάπλωση - Βιότοπος	12
1.1.4. Βιολογικός κύκλος του <i>Helix aspersa</i>	14
1.1.5. Γεννητικό σύστημα	17
1.1.6. Δομή και ωρίμανση της γονάδας του <i>Helix aspersa</i>	20
1.2. Εκτροφή σαλιγκαριών (Heliciculture, Snail Farming)	22
1.3. Αντικείμενο και στόχοι της έρευνας.....	26
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	27
2.1. Προέλευση και χειρισμός σαλιγκαριών	27
2.1.1. ΟΜΑΔΑ Α (Παχυνόμενα Ζώα)	27
2.1.2. ΟΜΑΔΑ Β (Γεννήτορες)	28
2.2. Μελέτη της αύξησης.....	29
2.2.1. Χώρος και συνθήκες εκτροφής	29
2.2.2 Δειγματοληψία και μετρήσεις.....	31
2.3. Μελέτη του γεννητικού συστήματος.....	32
2.4. Δείκτης ωρίμανσης.....	36
2.5. Ιστολογική μελέτη της γονάδας	36
2.4.1.Τεχνική Ιστολογικής Μελέτης	37
2.4.2. Μικροσκοπική Καταγραφή	39
2.6. Στατιστική επεξεργασία	40
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	42
3.1. Αύξηση	42
3.1.1. Προπάχυνση στο εργαστήριο	42
3.1.2. Πάχυνση στο Διχτυοκήπιο	45
3.2. Μορφομετρικά χαρακτηριστικά σαλιγκαριών	55

3.2.1. Εκτρεφόμενα σαλιγκάρια (ομάδες A1, A2 και A3)	55
3.2.2. Γεννήτορες (ομάδες B.1.1, B.1.2 και B.2)	55
3.3. Μορφομετρικά χαρακτηριστικά γεννητικού συστήματος.....	56
3.4. Εκτίμηση σταδίου ωρίμανσης	64
3.4.1. Παρουσία ακοντίου.....	64
3.4.2. Σπερματοκύστη	65
3.4.3. Χείλος περιστομίου.....	67
3.4.4. Δείκτης Ωρίμανσης	68
3.5. Συσχέτιση του Γεννητικού Συστήματος με τα Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά.	70
3.6. Ιστολογική μελέτη της γονάδας.	72
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	76
4.1. Πάχυνση.....	76
4.1.1. Χρόνος μέχρι το εμπορεύσιμο μέγεθος.....	79
4.2. Σύγκριση ηλικιακών ομάδων.....	81
4.3. Στάδιο ωρίμανσης	83
4.3.1. Περιστόμιο	84
4.3.2. Σπερματοκύστη	85
4.3.3. Ακόντιο	85
4.3.4. Δείκτης Ωρίμανσης	86
4.3.5. Ιστολογική μελέτη της Γονάδας.....	86
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	92
5.1. ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	92
5.2. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	101
5.3. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	104
6. ABSTRACT	107

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Το σαλιγκάρι *Helix aspersa*

1.1.1. Περιγραφή

Το χερσαίο γαστερόποδο *H. aspersa* είναι ένα από τα πιο γνωστά εδώδιμα σαλιγκάρια. Τα κοινά (εμπορικά) ονόματα είναι στα αγγλικά brown garden snail (το καφέ σαλιγκάρι των κήπων), στα γαλλικά petit gris (μικρό γκρι) ενώ στην Ελλάδα είναι περισσότερο γνωστό ως **κρητικός κοχλίας**.

Το κέλυφος των ώριμων ατόμων μπορεί να φτάσει τα 30 mm ύψος και τα 40 mm διάμετρο (Lazaridou-Dimitriadou *et al.*, 1985; Madec *et al.*, 2003). Το σχήμα του είναι κωνικοσφαιρικό και κυρτό στην κορυφή. Περιελίσσεται δεξιόστροφα γύρω από έναν κεντρικό άξονα, το στυλίσκο, σχηματίζοντας 4-5 σπείρες χωρίς να σχηματίζει ομφαλό (Εικ. 1.1).



Εικόνα 1.1: Έλλειψη ομφαλού στο κέλυφος του *H. aspersa* (Συλλογή Εργαστηρίου Ιχθυολογίας- Υδροβιολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας).

Το είδος αυτό εμφανίζει χαρακτηριστικό πολυμορφισμό. Συνήθως, είναι κιτρινοκαστανό και παρεμβάλλονται σκούρες ζωνώσεις που ποικίλουν σε αριθμό και πλάτος (Madec *et al.*, 2003; Malandrakis *et al.*, 2007). Επίσης, το χρώμα, το

μέγεθος και το πάχος του κελύφους ποικίλουν ανάλογα με την ηλικία του ζώου και το περιβάλλον (Εικ. 1.2).

Η βασική λειτουργία του κελύφους είναι η προστασία του ζώου από περιβαλλοντικές αλλαγές, ιδιαίτερα από την απώλεια νερού ενώ συμμετέχει και στο μεταβολισμό του ασβεστίου. Είναι σχετικά εύθραυστο αλλά διαθέτει την πολύ σημαντική ικανότητα της αναγέννησης, η οποία πραγματοποιείται με μεγαλύτερη ταχύτητα στην περιφέρεια παρά στο εσωτερικό του κελύφους και εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμοκρασία, συγκέντρωση ασβεστίου κ.ά.) (Durning, 1957).

Το σώμα του είναι συνήθως γκρι αλλά ποικίλει ανάλογα με τη τροφή του που μπορεί να το κάνει άσπρο αν έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε ασβέστιο ή γκρίζο-κόκκινο αν περιέχει καροτενοειδή.



Εικόνα 1.2: Άγρια σαλιγκάρια του είδους *Helix aspersa* **1.** Ιεράπετρας, **2.** Αργολίδας, **3.** Μεγαλόπολης, (Συλλογή Εργαστηρίου Ιχθυολογίας- Υδροβιολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας).

1.1.2. Συστηματική κατάταξη

Το σαλιγκάρι *Helix aspersa* (συνώνυμο *Cornu aspersum*) είναι ένα Πνευμονοφόρο Γαστερόποδο και ανήκει στο φύλο των Μαλακίων. Η συστηματική κατάταξη του σύμφωνα με το GBIF Data Portal Classification (2006) είναι η παρακάτω:

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

Για πρώτη φορά, το είδος περιγράφηκε ως *Helix aspersa* στο "Vermium Terrestrium et Fluviatilium seu animalium infusorium, helminthicorum, et testaceorum non marinorum succincta historia" από το δανό φυσιοδίφη Otto Friedrich Müller (1730-1784). Το *Helix aspersa* στα λατινικά σημαίνει κυριολεκτικά το «διάστικτο σαλιγκάρι» ("spotted snail"). Το 1837 ο Jean de Charpentier χρησιμοποίησε στον κατάλογο "Catalogue des mollusques terrestres et fluviatiles de la Suisse" το όνομα *Cryptomphalus aspersus*. Η λέξη *Cryptomphalus* στα ελληνικά σημαίνει «κρυμμένος ομφαλός», αναφερόμενος στην απουσία του ομφαλού (Εικ. 1.1)

1.1.3. Γεωγραφική εξάπλωση - Βιότοπος

Τα απολιθώματα από το ανώτερο Πλειόκαινο στη βόρεια Αφρική, καθώς επίσης και από το Τεταρτογενές στη νότια Γαλλία, στην Ισπανία και την Κορσική δείχνουν ένα αρχικό τύπο κατανομής προς τη δυτική Μεσόγειο (Ports, 1975).

Από εκεί τα είδη έχουν αρχίσει να ζουν στις περιοχές των κήπων στα εύκρατα τμήματα των μεσογειακών και παρακείμενων παράκτιων περιοχών του Ατλαντικού. Το *H. aspersa* εισήχθη σχεδόν παγκοσμίως με τις μεταφορές φυτών από χώρα σε χώρα (Dekle and Fasulo, 2002). Στη σύγχρονη εποχή απαντά σε όλες τις χώρες γύρω από τις Μεσογειακές ακτές, και στη Νότιο Αφρική, τη Βόρεια και τη Νότια Αμερική και σε πολλά μέρη στην Αυστραλία και τις ακτές της Αυστραλίας στον Ειρηνικό Ωκεανό (Gerace and Reddy, 2003). Στην Ελλάδα εξαπλώνεται στη Στερεά Ελλάδα, στην Πελοπόννησο, στα νησιά του Αιγαίου και στην Κρήτη (Μαρκάκης 1995).

Το *H. aspersa* αποτελεί ένα από τα πιο επιτυχημένα είδη «εποικιστών» μεταξύ των χερσαίων γαστερόποδων, κάτι που αποδίδεται στην εξαιρετική του προσαρμοστικότητα η οποία είναι απόρροια του βιολογικού του κύκλου και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του αναπαραγωγικού του συστήματος όπως το πολλαπλό ζευγάρωμα (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 1000 m (INPN, 2007). Απαντά σε ένα ευρύ φάσμα βιότοπων, συμπεριλαμβανομένων των κήπων, των πάρκων, των αγρών, των διαχωριστικών φρακτών και των δασών. Προτιμά τα ασβεστούχα εδάφη για τη λήψη ασβεστίου το οποίο είναι απαραίτητο για την κατασκευή του κελύφους του και την αναπαραγωγική δραστηριότητα. Μπορεί να βρεθεί σε παλιά λατομεία, στη βλάστηση και επειδή απαιτεί ρωγμές για τη χειμέρια νάρκη, εμφανίζεται άφθονα κάτω από κισσούς στους τοίχους και κάτω από τις πέτρες ή τα τούβλα των κήπων (Ports, 1975).

Το *H. aspersa* όπως και τα περισσότερα Πνευμονοφόρα Γαστερόποδα είναι **φυτοφάγο** και έχει συμβιωτικά βακτηρίδια στον πεπτικό σωλήνα που του επιτρέπουν να αφομοιώνει την κυτταρίνη (Runham, 1975). Τρέφεται με τα πράσινα μέρη των φυτών αλλά και με τη βλάστηση που αποσυντίθεται, με μύκητες και με λειχήνες (Iglesias and Castillejo, 1999). Επειδή η διατροφή του συχνά περιλαμβάνει φυτά των κήπων, τα σαλιγκάρια αυτά θεωρούνται ως **παράσιτα ή εχθροί** των καλλιεργειών (Dekle and Fasulo, 2002).

1.1.4. Βιολογικός κύκλος του *Helix aspersa*

Τα χερσαία Γαστερόποδα, είναι πιο δραστήρια σε υγρό καιρό και κατά τη νύχτα. Το 99% της δραστηριότητας των σαλιγκαριών, συμπεριλαμβανομένης της τροφοληψίας, εμφανίζεται στη 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 (Ports, 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)

Η αναπαραγωγή του *H. aspersa* περιλαμβάνει διάφορα χαρακτηριστικά, όπως το πολλαπλό ζευγάρωμα, η μεγάλης διάρκειας αποθήκευση του σπέρματος και η συμπεριφορά της εκτίναξης ακοντίου (Madec *et al.*, 2005). Το κάθε σαλιγκάρι μπορεί να ζευγαρώσει πολλές φορές κατά την αναπαραγωγική περίοδο. Το σπέρμα που λαμβάνει το χρησιμοποιεί άμεσα ή το αποθηκεύει για να το χρησιμοποιήσει στο μέλλον ή και καθόλου (Madec *et al.*, 2005). Τα ωάρια παράγονται μετά τη σύζευξη και γονιμοποιούνται από το σπέρμα που έχουν δεχθεί τα σαλιγκάρια. Τα αυγά που θα προκύψουν (Εικ. 1.3) κυμαίνονται από 40 έως 200 και εκκολάπτονται (Εικ. 1.4) μετά από 10 έως 15 ημέρες, ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες (Runham, 1975).



Εικόνα 1.3: Αυγά του *H. aspersa* που λήφθηκαν στο εργαστήριο Εκτροφής Γαστεροπόδων σε δοχεία με υπόστρωμα εκκόλαψης πριονίδι (Συλλογή Εργαστηρίου Ιχθυολογίας- Υδροβιολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας).

Στη **φύση** συνήθως απαιτούνται ένα έως δύο χρόνια αύξησης για να φθάσουν στην ωριμότητα (Basinger, 1931: Dekle and Fasulo, 2002). Επίσης, σε ανοιχτή εκτροφή στη Β. Αμερική σύμφωνα με τον Potts (1975) απαιτούνται από ένα έως τέσσερα χρόνια. Από τις υπάρχουσες μελέτες για το *H. aspersa*, σε **εργαστηριακές εκτροφές** (απόλυτα ελεγχόμενες συνθήκες) στην Ευρώπη γνωρίζουμε ότι τα ζώα που τρέφονται με σιτηρέσιο εμπλουτισμένο με ασβέστιο μεγαλώνουν ως το εμπορεύσιμο μέγεθος σε 2,5 με 6 μήνες (Madec and Daguzan, 1993: Lazaridou-Dimitriadou *et al.*, 1998). Από τα αποτελέσματα που υπάρχουν μέχρι σήμερα για την **εκτροφή** του *H. aspersa* στην Ελλάδα, είναι γνωστό ότι τα σαλιγκάρια φθάνουν στο εμπορεύσιμο μέγεθος σε διάστημα 4 μηνών (Gogas *et al.*, 2003).



Εικόνα 1.4: Νεοεκκοταπτόμενα σαλιγκάρια *H. aspersa* από άγριους γεννήτορες των Χανίων. (Συλλογή Εργαστηρίου Ιχθυολογίας- Υδροβιολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας).

1.1.5. Γεννητικό σύστημα

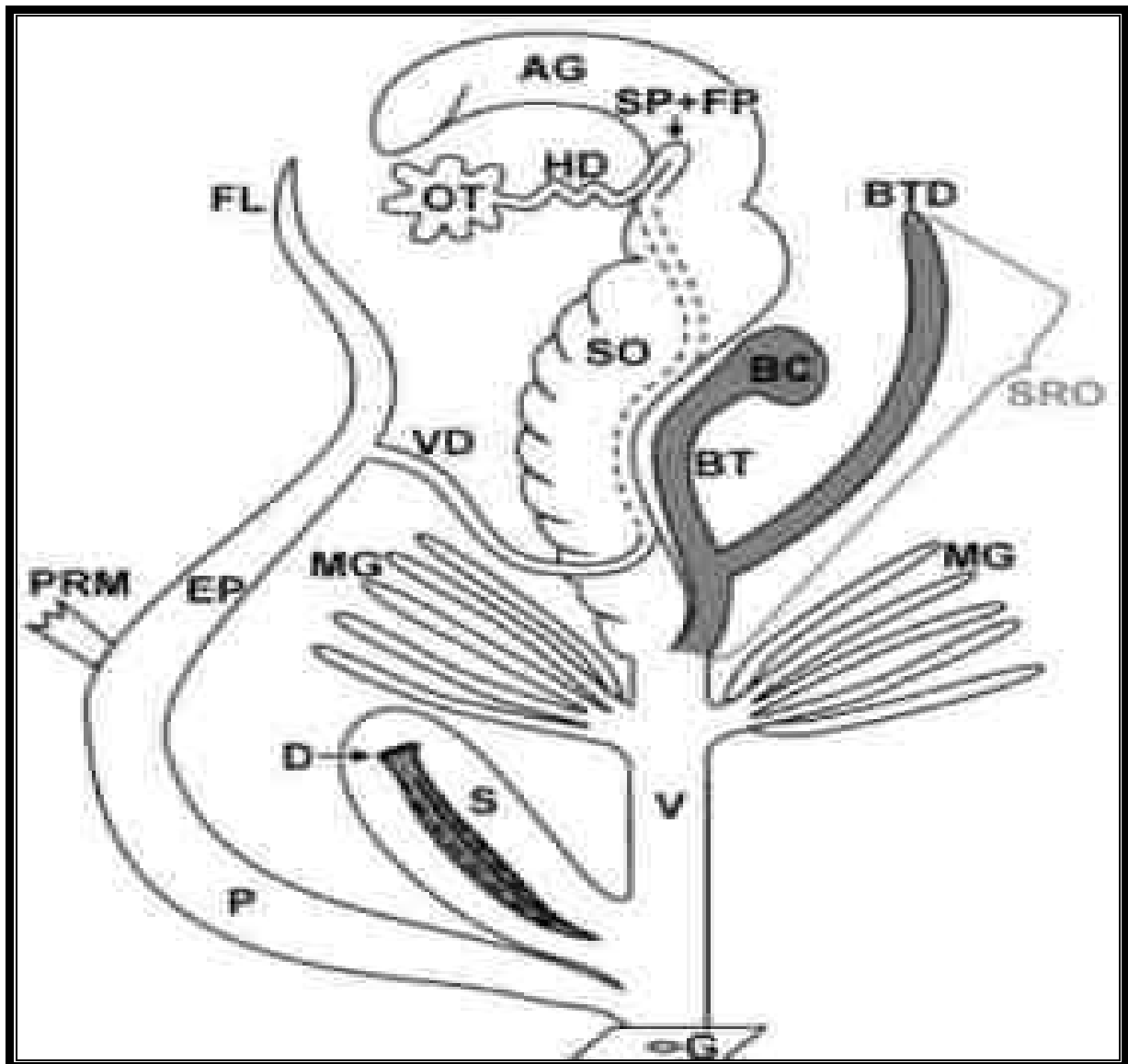
Το γεννητικό σύστημα του *H. aspersa* (Εικ. 1.5) αποτελείται από τα εξής μέρη:

1) Τη **γονάδα** ή **ερμαφροδιτικό αδένα** (OT) που είναι το όργανο παραγωγής τόσο των αρσενικών όσο και των θηλυκών γαμετών. Η διαδικασία της γαμετογένεσης λαμβάνει χώρα σε ειδικά **πολυάριθμα θυλάκια** (acini) της γονάδας (Tompa, 1984).

2) Το **ακόντιο** (D) παράγεται και αποθηκεύεται στο **στυλοφόρο** (S, συχνά καλούμενο **θήκη ακοντίου**) και εκτοξεύεται από την αναστροφή αυτού του οργάνου. Το ακόντιο είναι μια ασβεστολιθική κατασκευή της οποίας ο τρόπος δράσης δεν είναι απόλυτα γνωστός (Koene and Chase, 1998a). Η αναπαραγωγική δραστηριότητα περιλαμβάνει μια προσυζευκτική διαδικασία, η έναρξη της οποίας καθορίζεται από την εκτόξευση του ακοντίου, δεν είναι γνωστό όμως αν ενεργεί μηχανικά ή με την επίδραση χημικών μορίων που το περιβάλλουν, αλλά φαίνεται να υποκινεί το άλλο σαλιγκάρι στην ανταλλαγή ποσοτήτων σπέρματος (Chase and Blanchard, 2006).

3) Οι **βλεννογόνοι αδένες** (MG) παράγουν τη βλέννα που αποθηκεύεται στο ακόντιο πριν την εκτόξευσή του (Duncan, 1975).

4) Το **όργανο σύζευξης** (P), το οποίο είναι ένα μύδες όργανο που εισέρχεται στο γεννητικό άνοιγμα του συντρόφου κατά τη σύζευξη. Διαμέσου του οργάνου σύζευξης μεταφέρεται το σπερματοφόρο του δότη στο στέλεχος του **γαμετολυτικού αδένα** του δέκτη. Η σύσπασή του επιτυγχάνεται με τη συστολή του **ανεκλήρα μυ** του οργάνου αυτού (**penial retractor**) (Tompa, 1984).



Εικόνα 1.5: Σχέδιο της μορφολογίας του γεννητικού συστήματος του *H. aspersa*. **D:** ακόντιο, **S:** στυλοφόρο, **MG:** βλεννογόνοι αδένες, **P:** όργανο σύζευξης, **EP:** επίφαλλος, **FL:** μαστίγιο, **BTD:** βοηθητικός αγωγός της σπερματοκύστης, **BT:** αγωγός της σπερματοκύστης, **BC:** σπερματοκύστη, **SRO:** όργανο λήψης σπερματοφόρου, **SP:** σπερματοθήκη, **FP:** σάκος γονιμοποίησης, **AG:** λευκωματογόνος αδένας, **G:** γεννητικός πόρος, **HD:** ερμαφροδιτικός αγωγός, **OT:** γονάδα, **PRM:** μυς του οργάνου σύζευξης, **SO:** σπερματοαγωγός, **V:** κόλπος, **VD:** απαγωγό κανάλι του σπέρματος (Koene and Schulenburg, 2004).

5) Τον ερμαφροδιτικό αγωγό (HD), μέσω του οποίου μεταφέρονται τα γεννητικά προϊόντα στη σπερματοθήκη. Στο μεσαίο τμήμα του αγωγού αυτού υπάρχει το σπερματικό κυστίδιο (*seminal vesicle*) όπου αποθηκεύεται το σπέρμα κάθε ατόμου (autosperm) (Duncan, 1975).

6) Τη σπερματοθήκη (SP), στην οποία λαμβάνει χώρα η γονιμοποίηση των ωαρίων αλλά και η αποθήκευση του ξένου σπέρματος (allosperm) (Tompra, 1984).

7) Τον λευκωματογόνο αδένα (AG), στον οποίο παράγεται το αλβουμινικό υγρό που καλύπτει τα γονιμοποιημένα ωάρια κατά την έξοδό τους από τη σπερματοθήκη (Koene and Schulenburg, 2004).

8) Τη σπερματοκύστη (BC), η οποία είναι υπεύθυνη για την αποικοδόμηση της περίσσειας του σπέρματος που παράγει το σαλιγκάρι (autosperm), συνήθως μετά το τέλος της αναπαραγωγικής περιόδου, καθώς και του ξένου σπέρματος (allosperm) που περιέχεται μέσα στο σπερματοφόρο (Koemtzoroulos and Staikou, 2007).

9) Το σπερματαγωγό (SO), διαμέσου του οποίου κινείται τόσο το σπέρμα από και προς τη σπερματοθήκη (ανάλογα αν προέρχεται από το ίδιο άτομο ή από το σύντροφό του), όσο και τα γονιμοποιημένα ωάρια που κατέρχονται από τη σπερματοθήκη στο γεννητικό άνοιγμα κατά την ωαπόθεση. Το τελικό τμήμα του αγωγού ονομάζεται κόλπος αφού εκεί σχηματίζονται οι μεμβράνες και το κέλυφος του αυγού (Koemtzoroulos and Staikou, 2007).

10) Το απαγωγό κανάλι του σπέρματος (VD), το οποίο πραγματοποιεί τη μεταφορά των σπερματοζωαρίων από το σπερματαγωγό στον επίφαλλο, όπου θα σχηματιστεί το **σπερματοφόρο (SRO)**, υποδειγμένο σε γκρι).

11) Τον **επίφαλλο** (EP) και το **μαστίγιο** (FL), στο οποίο συμβαίνει ο σχηματισμός του *σπερματοφόρου*, μιας χιτινώδους δομής στην οποία περικλείεται το σπέρμα που πρόκειται να μεταφερθεί κατά τη σύζευξη. Στον επίφαλλο σχηματίζεται το σώμα του σπερματοφόρου και στο μαστίγιο η ουρά (Koene and Schulenburg, 2004).

1.1.6. Δομή και ωρίμανση της γονάδας του *Helix aspersa*

Η γονάδα λειτουργεί ανάλογα με την ηλικία και το μέγεθος του ζώου. Εντοπίζεται στην τελευταία σπείρα του κελύφους, στην κορυφή του σώματος βυθισμένη μέσα στον **πεπτικό αδένα** που δύσκολα διαχωρίζεται από αυτόν. Το χρώμα της είναι φαιοκίτρινο και αποτελείται από ένα λοβό ο οποίος αποτελείται από πολυάριθμες υπομονάδες, τα **λοβίδια (acini)**. Το κάθε λοβίδιο αποτελεί τη βασική μονάδα της γονάδας και είναι ένας επίμηκες σάκος, κλειστός στο τελικό του άκρο και ανοιχτός στο άλλο άκρο το απαγωγό σωληνάριο. Όλα τα απαγωγά σωληνάρια ενώνονται μεταξύ τους και σχηματίζουν τον **ερμαφροδιτικό αγωγό**. Με τη διαφοροποίηση της γονάδας και την ωρίμανσή της στο κάθε λοβίδιο υπάρχουν δύο είδη κυττάρων που είναι τα **γεννητικά κύτταρα** (σπερματοζωάρια και ωάρια) και τα **βοηθητικά κύτταρα** (τα κύτταρα Sertoli και θυλακιακά κύτταρα) (Gomot and Enee, 1980).

Στη γονάδα των σαλιγκαριών παράγονται τόσο τα ωάρια όσο και τα σπερματοζωάρια, συνήθως (όχι πάντα) ταυτόχρονα. Στο είδος *H. aspersa* όπως και σε όλα τα χερσαία γαστερόποδα επικρατεί το φαινόμενο της **πρωτανδρίας**, δηλαδή παρατηρείται η «**αρσενική**» φάση της γονάδας στην αρχή κάθε αναπαραγωγικού κύκλου, στη διάρκεια της οποίας ωριμάζουν τα αρσενικά

γεννητικά κύτταρα, και η «**θηλυκή φάση**» προς το τέλος του αναπαραγωγικού κύκλου όπου ωριμάζουν τα ωάρια (Duncan, 1975).

Τα σπερματογόνια και τα ωογόνια, αν και εντοπίζονται μέσα στο ίδιο θυλάκιο, εντούτοις είναι απομονωμένα μεταξύ τους σε πολύ διαφορετικά μικροπεριβάλλοντα, πράγμα που εξασφαλίζεται από ειδικό στρώμα επιθηλιακών κυττάρων που περιβάλλει τα ωοκύτταρα (Koemtzoroulos and Staikou, 2007).

Σπερματογένεση: Η σπερματογένεση, αν και ξεκινάει αργότερα από την ωογένεση, εντούτοις ολοκληρώνεται πιο γρήγορα (πρωτανδρική ωρίμανση γονάδας) (Gomot and Enee, 1980). Κατά τη σπερματογένεση, τα σπερματογόνια συναθροίζονται γύρω από τα θρεπτικά κύτταρα, τα κύτταρα Sertoli, όπου διαφοροποιούνται σταδιακά σε σπερματίδες και ώριμα σπερματοζωάρια. Μόλις ολοκληρωθεί η ωρίμανση της πρώτης σειράς σπερματοζωαρίων, αποβάλλονται στον ερμαφροδιτικό αγωγό και ταυτόχρονα ξεκινάει η διαφοροποίηση μιας νέας σειράς (Koemtzoroulos and Staikou, 2007).

Η σπερματογένεση συμβαίνει σε όλα τα λοβίδια της γονάδας των σαλιγκαριών αλλά τις περισσότερες φορές γίνεται πιο πολύ στη περιφέρεια αυτών. Έχει τέσσερα στάδια ανάπτυξης: α) σχηματισμός σπερματογονίων, β) μειωτικός πολλαπλασιασμός σπερματογονίων, γ) παραγωγή πρωτογενών και δευτερογενών σπερματοκυττάρων και δ) παραγωγή σπερματίδων και μετατροπή αυτών σε ώριμα σπερματοζωάρια (σπερμιογένεση) (Tompa, 1984: Koemtzoroulos and Staikou, 2007).

Ωογένεση: Συμβαίνει στο ίδιο τμήμα της γονάδας με τη σπερματογένεση και σχεδόν ταυτόχρονα. Τα **ωογόνια** προέρχονται από τα γεννητικά κύτταρα που

βρίσκονται πιο κοντά στον αγωγό και κατά τη διάρκεια των αναπτυξιακών σταδίων μετακινούνται προοδευτικά προς τη περιφέρεια. Στο *H. aspersa* τα **ωογόνια** έχουν σφαιρικό πυρήνα με ένα μεγάλο πυρηνίσκο και συχνά και έναν μικρότερο και έχουν ιδιαίτερα πλούσιο ενδοπλασματικό δίκτυο (Gomot and Enee, 1980). Η διαδικασία ωρίμανσης των ωοκυττάρων περνάει διάφορα στάδια, το κυριότερο των οποίων είναι η λεκιθογένεση, ώστε, να προκύψουν διαδοχικά από τα αρχικά ωογόνια, τα ωοκύτταρα και τα ωάρια. Όσον αφορά τη διαδικασία της ωογένεσης αυτή έχει έξι αναπτυξιακά στάδια τα οποία είναι: α) τα ωογόνια, β) τα νεαρά ωοκύτταρα, γ) τα προ-μειωτικά ωοκύτταρα, δ) τα προ-λεκιθικά ωοκύτταρα, ε) τα πρώτου σταδίου λεκιθικά ωοκύτταρα και στ) τα δευτέρου σταδίου λεκιθικά ωοκύτταρα (Tompa, 1984).

Τα **ωοκύτταρα** περιβάλλονται από **ωοθυλάκια** τα οποία κατά την ωρίμανση του ωοκυττάρου διασπώνται και απελευθερώνουν το αγονιμοποίητο **ωάριο** στο **λοβίδιο**.

1.2. Εκτροφή σαλιγκαριών (Heliciculture, Snail Farming)

Μόνο στη Γαλλία, καταναλώνονται 40.000 τόνοι σαλιγκαριών ετησίως (Bryant, 1994). Ένα μεγάλο μέρος αυτών προέρχονται από σαλιγκάρια που συλλέγονται από τη φύση (άγριοι πληθυσμοί) και σαλιγκάρια που εισάγονται από την Ανατολική Ευρώπη και την Τουρκία. Στην Ιταλία παράγονται ετησίως 33.000 kg εδώδιμων σαλιγκαριών εκ των οποίων τα 14.900 kg είναι του είδους *H. aspersa* (Begg and Mcinness, 2003).

Στην Ελλάδα, σύμφωνα με τους Γκόγκας και συν., (2005) για τα έτη 1986, 1987 και 1991 οι εισαγωγές νωπών σαλιγκαριών από χώρες των Βαλκανίων

είναι της τάξης των 8- 9.000 τόνων. Από το 1998 και μετά υπάρχει μια σταδιακή πτώση των εισαγόμενων σαλιγκαριών που συνεχίζεται μέχρι και το 2004 σε ποσότητες μικρότερες και από αυτές του 1981. Από στοιχεία της Overview of The European Community (1993) για τα έτη 1990, 1991 και 1992 οι εξαγωγές σαλιγκαριών στην Ελλάδα ήταν 297 tn, 255 tn και 293 tn, αντίστοιχα.

Τα σαλιγκάρια που εξάγονται από την Τουρκία, την Ελλάδα και τη Βουλγαρία προέρχονται από εκτροφές ή από άγριους πληθυσμούς που συλλέγονται συνήθως το Φθινόπωρο ή νωρίς την Άνοιξη σε ορεινές ή ημιορεινές περιοχές (Ozogul *et al.*, 2005). Τα συλλεγόμενα σαλιγκάρια δεν πιστοποιούνται, πολλές φορές η προέλευσή τους είναι άγνωστη και μερικές φορές δεν είναι γνωστό και το είδος τους. Αυτό καθιστά αναγκαία τη δημιουργία εκτροφών σαλιγκαριών που θα παρέχουν στους καταναλωτές την απαιτούμενη ποσότητα στο προτιμώμενο είδος σαλιγκαριού (Elmslie, 1989).

Η **εκτροφή** σαλιγκαριών έχει μεγάλη οικονομική σημασία και απαιτεί μια αξιόλογη επένδυση σε χρόνο, εξοπλισμό και πόρους (Begg and Mcinness, 2003). Στη Γαλλία, την Ιταλία, την Ισπανία, αλλά και στην Αυστραλία έχουν αναπτυχθεί μέθοδοι εκτατικής και εντατικής εκτροφής σαλιγκαριών (Guiller *et al.*, 2001; Begg and Mcinness 2003; Elmslie, 1989; Igglessias *et al.*, 1996). Από τα εδώδιμα σαλιγκάρια το ***Helix pomatia*** (κοινό όνομα: escargot de Bourgogne) αν και ανώτερο ποιοτικά από τα άλλα είδη, σύμφωνα με τους Γάλλους γευσιγνώστες, δεν μπορεί να εκτραφεί εντατικά (Voice, 2007). Τα περισσότερα δεδομένα στη διεθνή βιβλιογραφία αφορούν στην εκτροφή του ***H. aspersa***. Η μεικτή εκτροφή αυτού του είδους εφαρμόζεται στη Γαλλία, την Αυστραλία και στην Ελλάδα. 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 (Guiller *et al.*, 2001: Murphy, 2001: Νεοφύτου και Χατζηϊωάννου, 2008).

Σύμφωνα με το Murphy (2001) που περιγράφει το σύστημα εκτροφής που χρησιμοποιούν στην Αυστραλία, για την πάχυνση των σαλιγκαριών απαιτείται ένα ήπιο κλίμα με μέτρια **θερμοκρασία** (20-25 °C) σε συνδυασμό με υψηλή υγρασία (75-95%), αν και τα περισσότερα είδη μπορούν να διαβιώσουν ένα ευρύτερο φάσμα θερμοκρασιών. Όταν η θερμοκρασία μειώνεται στους 5°C, τα σαλιγκάρια περνούν σε χειμéria νάρκη ενώ κάτω από τους 15°C, σταματάει η αύξησή τους. Όταν η θερμοκρασία αυξάνεται πολύ πάνω από 38 °C ή όταν το κλίμα είναι πάρα πολύ ξηρό τα σαλιγκάρια δημιουργούν επίφραγμα και περνούν τη θερινή νάρκη.

Η Begg (2006) περιγράφοντας τις ανοιχτές εκτροφές της Αυστραλίας τονίζει τη σημασία της **υγρασίας** για την επιβίωση των σαλιγκαριών. Τα σαλιγκάρια χρειάζονται υγρό αλλά όχι βρεγμένο περιβάλλον και θα πρέπει να γίνει αποστράγγιση του εδάφους, για να μπορέσουν να αναπτυχθούν σωστά και γιατί τα σαλιγκάρια αναπνέουν αέρα και μπορούν να πνιγούν σε υπερβολικά υγρά εδάφη. Η ευνοϊκή υγρασία εδάφους είναι αυτή με κατακράτηση 80%. Κατά τη διάρκεια της νύχτας, η ατμοσφαιρική υγρασία πάνω 80% διευκολύνει πολύ τα σαλιγκάρια στη δραστηριότητα και την αύξησή τους. Η νυχτερινή δροσιά διευκολύνει την κινητική δραστηριότητα, ενώ κατά το μεγαλύτερο μέρος της ημέρας κρύβονται στα καταφύγια τα οποία είναι συνήθως ξύλινες κατασκευές (Elmslie, 1989).

Στις ανοιχτές εκτροφές ο τύπος του **εδάφους** είναι σημαντικός (Cheney 1988). Η προσθήκη ασβεστίου συντελεί στη μείωση του pH του εδάφους και στην κάλυψη των αυξημένων αναγκών σε ασβέστιο των σαλιγκαριών για την αύξηση του κελύφους (τα κελύφη των σαλιγκαριών αποτελούνται κατά 97- 98% από ανθρακικό ασβέστιο) και την αναπαραγωγή (Oluokun *et al.*,2005). Εάν η εκτροφή σαλιγκαριών περιέχει φυτά, πρέπει να διατηρούνται συνεχώς υγρά και να γίνεται τακτική αφαίρεση από οποιαδήποτε ζιζάνιο (Begg, 2006: Begg and Mcinness, 2003: Bryant, 1994). Το φυλλώδες έδαφος με pH 7, όπως και η οργανική ουσία στο χώμα δημιουργούν καλές εδαφολογικές συνθήκες για τα σαλιγκάρια και φαίνεται τόσο σημαντικά όσο και τα ανθρακικά άλατα (Boschi and Baur, 2007).

Όσον αφορά στη **διατροφή** των σαλιγκαριών σε εκτατικές εκτροφές καταναλώνουν πολλές τροφές όπως: φυλλώδη λαχανικά, δημητριακά, εσπεριδοειδή και διάφορα χόρτα (χαμομήλι, τριφύλλι, κάρδαμο, πικραλίδα, δενδρομολόχες) (Thompson and Cheney, 2007). Η Begg, (2006) αναφέρει ότι τα σαλιγκάρια αποφεύγουν τα φυτά που παράγουν δραστικές χημικές ουσίες (π.χ. αγκάθια μίσχων) και φυτά που περιέχουν αλκαλοειδή. Σε συνθήκες εντατικής εκτροφής των σαλιγκαριών η διατροφή εξακολουθεί να αποτελεί έναν από τους πλέον σημαντικούς παράγοντες για την αύξηση και την αναπαραγωγή των ζώων (Boschy and Baur, 2006). Συνήθως στις εντατικές εκτροφές παρέχονται αποξηραμένα (τεχνητά) σιτηρέσια ποικίλης σύστασης, εφόσον έχει αποδειχθεί ότι τα σαλιγκάρια τρώνε και αυξάνονται με σιτηρέσια τέτοιου είδους, με την προϋπόθεση ότι θα μπορούν να έχουν συχνή και εύκολη πρόσβαση σε νερό (Murphy, 2001).

1.3. Αντικείμενο και στόχοι της έρευνας

Μέχρι τώρα έχουν γίνει πολλές μελέτες πάνω στα χερσαία γαστερόποδα και ιδιαίτερα στο εμπορεύσιμο είδος *H. aspersa* που αφορούν στη βιολογία της αναπαραγωγής. Οι πιο πρόσφατες μελέτες επικεντρώνονται στο γεννητικό σύστημα και ειδικά στο τμήμα της σπερματοκύστης εξαιτίας του ενδιαφέροντος που παρουσιάζει στον καθορισμό των απογόνων μετά το ζευγάρωμα (Bojat *et al.*, 2001: Van Osselaer and Tursch, 2000: Koemtzopoulos and Staikou, 2007).

Αντικείμενο της έρευνας ήταν η μελέτη της αύξησης και η ανατομική και ιστολογική εξέταση του γεννητικού συστήματος του εδώδιμου Γαστεροπόδου *H. aspersa* με απώτερο στόχο την καταγραφή των σταδίων ωρίμανσης των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών.

Στα πλαίσια της παρούσας έρευνας καταγράφηκε ο ρυθμός αύξησης του γόνου στο εργαστήριο (προπάχυνση) και σε διχτυοκήπιο πάχυνσης (πάχυνση) για την εκτίμηση του χρόνου μέχρι τη γεννητική ωρίμανση και το εμπορεύσιμο μέγεθος. Η έρευνα αυτή έχει εμπορική σημασία για τους παραγωγούς για την αναλογία βιομάζας – παραγωγής ανά έτος καθώς σκοπός τους είναι η αύξηση των ζώων στο μικρότερο χρονικό διάστημα και με το μικρότερο δυνατό κόστος.

Επίσης πραγματοποιήθηκε μελέτη του γεννητικού συστήματος και μικροσκοπική εξέταση της γονάδας των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών (F1 γενιάς) προκειμένου να ερευνηθεί η πιθανή συσχέτιση μεταξύ του σταδίου αύξησης των ζώων και της ανάπτυξης του γεννητικού συστήματος. Όστε να μπορεί να γίνεται μελλοντικά διαπίστωση του σταδίου του γεννητικού τους συστήματος από την ηλικία ή/ και τη μορφολογική- εξωτερική παρατήρηση.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Προέλευση και χειρισμός σαλιγκαριών

Για τη μελέτη της αύξησης και της εξέλιξης του γεννητικού συστήματος των σαλιγκαριών *H. aspersa* χρησιμοποιήθηκε ένας μεγάλος αριθμός εκτρεφόμενων σαλιγκαριών F1 γενιάς που μπορούν να διακριθούν σε δύο ομάδες:

- Η πρώτη ομάδα (**A**) ήταν ανώριμα – παχυνόμενα σαλιγκάρια.
- Η δεύτερη ομάδα (**B**) αποτελούνταν από γεννήτορες ηλικίας ενός έτους που προήλθαν από πειραματική εργαστηριακή εκτροφή (**B.1**), και από μονάδα εκτροφής (**B.2**).

2.1.1. ΟΜΑΔΑ A (Παχυνόμενα Ζώα)

Ο γόνος που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη προήλθε από **πειραματική εκτροφή**. Γεννήθηκε το 2007 στο εργαστήριο εκτροφής Γαστεροπόδων του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος από γεννήτορες των περιοχών Κορίνθου, Μεγαλόπολης και Χανίων.

Η αναπαραγωγή των γεννητόρων ξεκίνησε στις αρχές Φεβρουαρίου και έληξε στα μέσα Μαΐου 2007 δίνοντας συνολικά 2000 νεαρά σαλιγκάρια (Δεσποτοπούλου και συν., 2007; Νεοφύτου και Χατζηϊωάννου, 2008).

Η πάχυνση των σαλιγκαριών πραγματοποιήθηκε αρχικά στο εργαστήριο (μέση διάρκεια παραμονής 2 μήνες) και στη συνέχεια σε μονάδα εκτροφής για διάστημα 4 μηνών.

Τρεις φορές σε αυτό το χρονικό διάστημα (κάθε μήνα) λαμβάνονταν 10 έως 20 ζώα για την ανατομία του γεννητικού συστήματος και την απομόνωση των γονάδων. Έτσι, προέκυψαν οι εξής 3 υποομάδες : η A1 από τα ζώα ηλικίας 108

ημερών, η A2 από τα ζώα ηλικίας 140 ημερών και A3 από τα ζώα ηλικίας 186 ημερών.

2.1.2. ΟΜΑΔΑ Β (Γεννήτορες)

Οι γεννήτορες ηλικίας ενός έτους που προήλθαν από την εργαστηριακή εκτροφή (ομάδα Β.1), χωρίστηκαν σε δύο υποομάδες ανάλογα με την αναπαραγωγική τους δραστηριότητα. Όσα από τα ζώα της F1 γενιάς αναπαράχθηκαν και έδωσαν απογόνους αποτέλεσαν την **ομάδα Β.1.1**. Στην **ομάδα Β.1.2**, τοποθετήθηκαν οι υπόλοιποι γεννήτορες της εκτροφής που δεν έδωσαν απογόνους για όσο χρονικό διάστημα διήρκεσε η πειραματική μας καταγραφή. Στο τέλος της αναπαραγωγικής περιόδου λήφθηκαν ζώα για τη μελέτη του γεννητικού συστήματος με τυχαία δειγματοληψία και από τις δύο υποομάδες. Από τη Β.1.1 λήφθηκαν 16 ζώα και από τη Β.1.2 λήφθηκαν 18 ζώα.

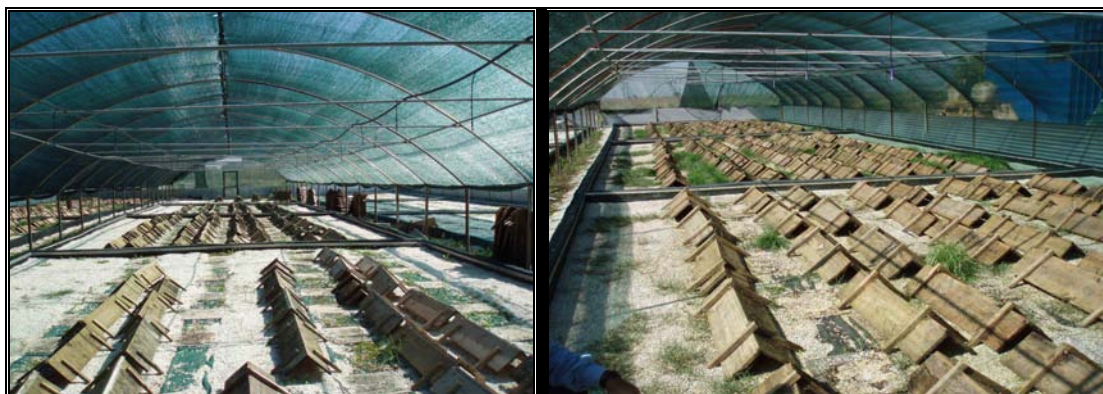
Την ομάδα **Β2**, αποτέλεσαν οι γεννήτορες ηλικίας ενός έτους που παραχωρήθηκαν από τη μονάδα εντατικής εκτροφής Βελβεντού Κοζάνης, (ιδιοκτησίας Σ. Τσιοκαρδάνη και Κ. Μπουντούλα Ο.Ε.). Τα σαλιγκάρια αυτά είχαν διέλθει από ετήσιο κύκλο με επιβολή τεχνητής χειμερίας και θερινής νάρκης. Το Μάιο του 2007 και μετά τη λήξη της αναπαραγωγικής περιόδου, τα ζώα μεταφέρθηκαν από τη μονάδα στο εργαστήριο για τη μελέτη του γεννητικού συστήματος. Από τα 15 ζώα που λήφθηκαν επέζησαν τα 7 στα οποία έγινε ανατομία.

2.2. Μελέτη της αύξησης

2.2.1. Χώρος και συνθήκες εκτροφής

Αρχικά έγινε προπάχυνση του γόνου για διάστημα 2 μηνών στο εργαστήριο σε συνθήκες Άνοιξης (L:D 13:11, 22 ± 1 °C, $85\pm 5\%$ R.H.), έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί η θνησιμότητα του γόνου και να υπάρχει όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ομοιογένεια μεγέθους στο πληθυσμό. Στη συνέχεια ο γόνος μεταφέρθηκε σε διχτυοκήπιο πάχυνσης στο Ομορφοχώρι Λάρισας (Εικ. 2.1).

Η συνεργαζόμενη μονάδα εκτροφής σαλιγκαριών που έχει συνολική έκταση ενός στρέμματος είναι ιδιοκτησίας Γεωργίου & ΣΙΑ Ο.Ε. και λειτουργεί από την Άνοιξη έως τα τέλη Οκτωβρίου (ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες). Δηλαδή, μέσα σε 6 μήνες από την τοποθέτηση του γόνου γίνεται συγκομιδή ζώων το Φθινόπωρο.



Εικόνα 2.1: Εσωτερική άποψη από τη μονάδα εκτροφής.

Οι συνθήκες που επικρατούσαν στο χώρο εκτροφής ήταν ημιελεγχόμενες, δηλαδή η φωτοπερίοδος και η θερμοκρασία ήταν του φυσικού περιβάλλοντος (καλοκαίρι και φθινόπωρο) ενώ η σχετική υγρασία ήταν πλήρως ελεγχόμενη με αυτοματοποιημένο σύστημα υδρονέφωσης. Αυτές οι συνθήκες επιτρέπουν την

πάχυνση των ζώων ως το εμπορεύσιμο μέγεθος στο συντομότερο χρονικό διάστημα και με το μικρότερο κόστος.

Κατά την εκτέλεση του πειράματος της παρούσας διατριβής ο γόνος τοποθετήθηκε σε ξύλινο κλωβό (Εικ. 2.2) διαστάσεων (1,20 cm x 60 cm x 50 cm) που περιφράσσονταν με πλαστική σήτα. Μέσα στον ξύλινο κλωβό υπήρχε σκέπαστρο που λειτουργούσε σαν καταφύγιο για τα ζώα και κάτω από αυτό υπήρχε ταΐστρα με τεχνητό σιτηρέσιο. Το σκέπαστρο που τοποθετήθηκε μέσα στον ξύλινο κλωβό ήταν ίδιο με τα σκέπαστρα που τοποθετούταν σε όλο το διχτυοκήπιο για κατάλυμα των ζώων.



Εικόνα 2.2: Πειραματικός κλωβός στο διχτυοκήπιο πάχυνσης της μονάδας εκτροφής (Ιδιοκτησίας Γεωργίου & ΣΙΑ Ο.Ε.), με παχυνόμενα ζώα που μεταφέρθηκαν από το εργαστήριο.

Η σύστασή της τροφής που παρέχονταν στα ζώα του πειράματος δίνεται στο Πίνακα 2.1.

Πίνακας 2.1: Σύσταση σιτηρεσίου

Πλήρης Ανάλυση Σύνθετης Τροφής Σαλιγκαριών					
Υγρασία %	Ξηρά ουσία %	Ολικές αζωτούχες ουσίες (Πρωτεΐνη) %	Λίπος %	Ινώδεις Ουσίες (Κυτταρίνη) %	Τέφρα %
7,33	92,67	10,71	2,48	2,70	42,15

Η παραπάνω ανάλυση πραγματοποιήθηκε από το Εργαστήριο Ελέγχου Κυκλοφορίας Ζωοτροφών Λάρισας (Ε.Ε.ΚΥ.Ζ. Λάρισας) του Υπουργείου Γεωργίας.

2.2.2 Δειγματοληψία και μετρήσεις

Από το γόνου κατά τη διάρκεια της προπάχυνσής του (μέσης διάρκειας 2 μηνών) αρχικά στο εργαστήριο λήφθηκαν 2 μετρήσεις από 240 ζώα με τυχαία δειγματοληψία (η πρώτη στις 15/5/2007 και η δεύτερη στις 2/6/2007). Σε κάθε δειγματοληψία μετρούταν η μεγάλη διάμετρος (D) και το βάρος (W) για το δείγμα των ζώων.

Η τοποθέτηση του γόνου στο διχτυοκήπιο έγινε στις 15 Ιουνίου 2007, όταν είχε μέση ηλικία δύο μηνών, ενώ η μεγαλύτερη διαφορά στις ημερομηνίες εκκόλαψης ήταν 15 ημέρες. Τα ζώα παρέμειναν στο διχτυοκήπιο για 4 μήνες (έως τις 17-10-2007) και κάθε 15 ημέρες γινόταν καταγραφή του βάρους (W) και της μεγάλης διαμέτρου (D) σε ένα δείγμα ατόμων όπως και καταγραφή του αριθμού των ζωντανών ατόμων και του βάρους όλων αυτών μαζί.

Η δειγματοληψία των ζώων για την παρακολούθηση της αύξησης ήταν τυχαία και κάθε φορά λαμβανόταν δείγμα το οποίο αποτελούσε το ένα πέμπτο από το σύνολο του πληθυσμού.

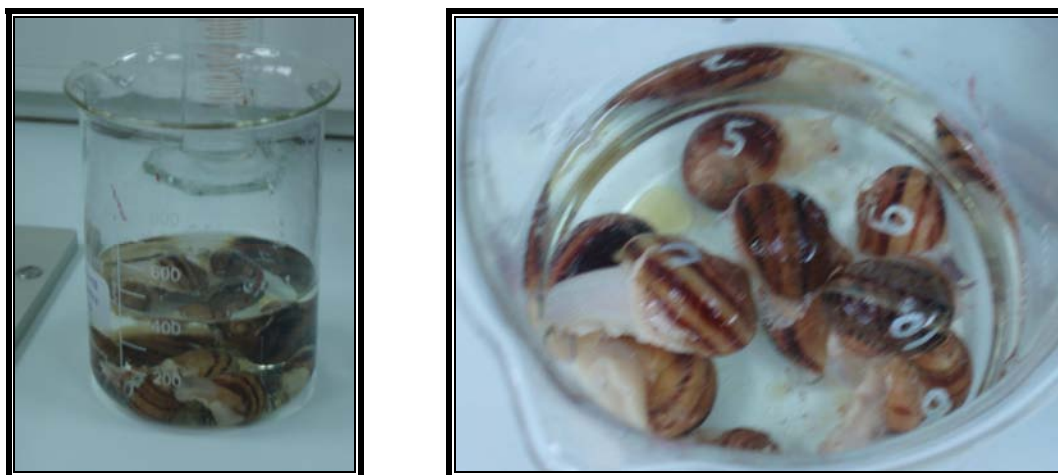
Οι μετρήσεις τόσο στο εργαστήριο κατά τη διάρκεια της προπάχυνσης όσο και στο διχτυοκύπιο κατά τη διάρκεια της πάχυνσης γινόνταν με ζυγό ακριβείας 0,001 g (OHAUS Preasion TS 400 D) και παχύμετρο ακριβείας 0,01 mm (500- 267 U/ CDL-20 CP/ Mitutoyo ABSolute digimatic Caliper). Μετά από τις παραπάνω μετρήσεις τα ζώα επανατοποθετούταν στην αρχική τους θέση.

Για τη μελέτη της αύξησης των παχυνόμενων σαλιγκαριών στη μονάδα εκτροφής κατασκευάστηκαν από τα δεδομένα κάθε δειγματοληψίας ιστογράμματα συχνότητας μεγεθών με βάση τη μεγάλη διάμετρο του κελύφους και το βάρος των σαλιγκαριών. Το εύρος κλάσης για τη δημιουργία των ιστογραμμάτων συχνότητας μεγεθών προσδιορίστηκε από τον τύπο $E = \frac{a}{b} \times \frac{1}{4}$ (Goulden από τον Cancela da Fonseca 1965) όπου: E= το εύρος κλάσης, a= η διαφορά της ελάχιστης τιμής από τη μέγιστη τιμή μεγέθους και b = η διαφορά αυτή προς την τυπική απόκλιση για μέγεθος δείγματος (N). Το εύρος κλάσης για το δείγμα των εξεταζόμενων σαλιγκαριών ήταν E=2 mm για τη μεγάλη διάμετρο και E=1 g για το βάρος των ζώων.

2.3. Μελέτη του γεννητικού συστήματος

Πριν την ανατομία το κάθε άτομο μαρκαρίστηκε και μετρήθηκε ως προς το υγρό βάρος (W σε g) με ηλεκτρονικό τύπο ζυγού ακριβείας 0,001 g (OHAUS Preasion TS 400 D) και μεγάλη διάμετρο (D σε cm) με ψηφιακό τύπο παχυμέτρου ακριβείας 0,01 mm (500- 267 U/ CDL-20 CP/ Mitutoyo ABSolute digimatic Caliper).

Έπειτα, τα ζώα τοποθετήθηκαν σε διάλυμα νερού με γαρυφαλέλαιο (200ml νερού με 30 σταγόνες γαρυφαλέλαιο) για τουλάχιστον 2 ώρες (Εικ. 2.3) προκειμένου να αναισθητοποιηθούν και μετά την αναισθητοποίησή τους γινόταν αφαίρεση του κελύφους (Benjamin and Gomez, 1991; Bojat *et al.*, 2001).



Εικόνα 2.3: Αναισθητοποίηση ζώων πριν την ανατομία

Στη συνέχεια μετά την αποχώρηση του σώματος από το κέλυφος, διανοίγονταν το ζώο και απομονώνονταν το γεννητικό σύστημα και η γονάδα. Στο γεννητικό σύστημα απλώνονταν τα περιελιγμένα τμήματά του (Εικ. 2.4), με μεγάλη προσοχή ώστε να μην καταστρέψουμε τη συνέχειά του (Van Osselaer and Tursch, 2000), και καταγραφόταν τα χαρακτηριστικά του σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Κουκουμίδης, 1999; Λέκκα, 2000) με την παρακάτω σειρά:

Μακροσκοπικές και μικροσκοπικές καταγραφές

1) Ζώα

- i) Μεγάλη διάμετρος του κελύφους
- ii) Πλάτος του κελύφους
- iii) Βάρος (ολικό, κελύφους και σώματος)
- iv) Γυρισμένο ή όχι περιστόμιο

2) Στάδιο ανάπτυξης γεννητικού συστήματος

- i) Παρουσία ακοντίου
- ii) Χρώμα σπερματοκύστης (λευκό, κόκκινο ή ροζ)
- iii) Βάρος γεννητικού συστήματος
- iv) Βάρος λευκωματογόνου αδένου
- v) Μήκος θήκης ακοντίου
- vi) Μήκος μαστιγίου
- vii) Μήκος σπερματοκύστης
- viii) Διάμετρος σπερματοκύστης
- ix) Μήκος αγωγού της σπερματοκύστης
- x) Μήκος βοηθητικού σωλήνα της σπερματοκύστης
- xi) Μήκος σπερματαγωγού
- xii) Μήκος βλεννογόνων αδένων
- xiii) Μήκος λευκωματογόνου αδένου



Εικόνα 2.4: Φωτογραφία του γεννητικού συστήματος του ζώου μετά την ανατομία.

Μετά την εξαγωγή της γονάδας από το ηπατοπάγκρεας, αυτή τοποθετήθηκε σε αριθμημένα μπουκαλάκια (Εικ. 2.5) που περιείχαν μονιμοποιητικό διάλυμα (φορμαλδεΐδη 4%), προκειμένου να ακολουθήσει η διαδικασία της μικροσκοπικής της μελέτης.



Εικόνα 2.5: Μονιμοποίηση της γονάδας σε φορμαλδεΐδη 4%.

2.4. Δείκτης ωρίμανσης

Μετά τις καταγραφές των μετρήσεων από τα χαρακτηριστικά του γεννητικού συστήματος, για τη διαπίστωση της ωριμότητας των ζώων έγινε υπολογισμός του δείκτη ωρίμανσης ή **γοναδοσωματικού δείκτη** (GSI). Ο δείκτης αυτός, συνήθως χρησιμοποιείται για τα υδρόβια μαλάκια και τα ψάρια για τον υπολογισμό της κατάστασης ωριμότητας της γονάδας. Στα ψάρια υπολογίζεται από το λόγο του βάρους της γονάδας προς το βάρος σώματος (Franklin and Davie, 1992) και στα μαλάκια από το λόγο της γονάδας προς το βάρος του μαλακού μέρους του σώματος (δηλαδή του ζώου χωρίς το κέλυφος) (Wang and Croll, 2004; Martinez and Perez, 2003). Ο τύπος είναι ο εξής:

$$GSI = \frac{\text{Βάρος γεννητικού συστήματος}}{\text{Βάρος σώματος}} \times 100\%$$

2.5. Ιστολογική μελέτη της γονάδας

Προκειμένου να διαπιστωθεί το στάδιο ωρίμανσης της γονάδας, έγινε ποιοτική εκτίμηση της παρουσίας των διαφόρων σταδίων των γαμετών. Η εκτίμηση αυτή έγινε στο μικροσκόπιο μετά από τη χρώση των ιστολογικών παρασκευασμάτων της γονάδας.

2.4.1.Τεχνική Ιστολογικής Μελέτης

Αλκοολική αφυδάτωση: Η διαδικασία της αλκοολικής αφυδάτωσης (Εικ. 2.6) είναι σημαντική, διότι, για να γίνει σωστά ο εγκλεισμός της γονάδας στην παραφίνη, πρέπει προηγουμένως να έχει αφαιρεθεί από τον ιστό όλη η ποσότητα του περιεχόμενου νερού.



Εικόνα 2.6: Αφυδάτωση γονάδων σε αλκοόλη.

Εμπότιση και εγκλεισμός σε παραφίνη, κοπή παρασκευασμάτων: Ο καθαρισμός των γονάδων στοχεύει στην αντικατάσταση του υδατικού διαλύτη (αιθανόλη) από έναν οργανικό (ξυλόλη ή ξυλένιο), ώστε να είναι δυνατή η εμπότιση του ιστού με παραφίνη. Ο εμποτισμός γινόταν μέσα σε κλίβανο (Εικ. 2.7) ο οποίος λειτουργούσε σαν «**θερμοστάτης**», ώστε η θερμοκρασία να παραμένει σταθερή, λίγο πάνω από το σημείο τήξεως της παραφίνης ($\sim 60^{\circ}\text{C}$). Το σημείο τήξεως της παραφίνης έχει ιδιαίτερη σημασία και εξαρτάται από το κλίμα της περιοχής εργασίας. Σε εύκρατα κλίματα, όπως της Ελλάδας,

καταλληλότερες θεωρούνται οι παραφίνες σημείου τήξεως 56–58°C (Κουκουμίδης, 2000).



Εικόνα 2.7: Κλίβανος τοποθέτησης των γονάδων μέσα σε παραφίνη κατά το στάδιο της παραφίνωσης.

Εικόνα 2.9: Θερμαινόμενη πλάκα για την εξάτμιση του διαλύτη από τις αντικειμενοφόρους πλάκες.

Εικόνα 2.8: Θερμοαναδευτήρας.

Ο εγκλεισμός των γονάδων σε παραφίνη γινόταν μέσα σε καλούπια κατάλληλων διαστάσεων, στα οποία χυνόταν λιωμένη παραφίνη. Στη συνέχεια η παραφίνη ψυχόταν και σταθεροποιούταν, σταθεροποιώντας και τον ιστό που ήταν έτσι έτοιμος για κοπή. Η κοπή των παρασκευασμάτων γινόταν σε απλό μικροτόμο, το δε πάχος των τομών ήταν 8 μm . Μετά την κοπή, οι τομές τοποθετούταν στην επιφάνεια νερού που διατηρούταν σε θερμοκρασία $\sim 40^{\circ}\text{C}$ με τη βοήθεια ενός θερμοαναδευτήρα (Εικ. 2.8), για να απλωθούν και στη συνέχεια συλλέγονταν με αντικειμενοφόρους πλάκες. Οι αντικειμενοφόρες πλάκες τοποθετούνταν έπειτα σε θερμαινόμενη πλάκα (Εικ. 2.9) για να στεγνώσουν.

Αποπαραφίνωση και χρώση: Με τη διαδικασία της αποπαραφίνωσης επιδιώκουμε την απομάκρυνση της εμποτισμένης στη τομή παραφίνης, έτσι ώστε να είναι δυνατό να δράσει η χρώση. Η χρώση που χρησιμοποιήθηκε στα

πλαίσια της παρούσας εργασίας ήταν αυτή της **Αιματοξυλίνης – Ηωσίνης** που είναι μία από τις πλέον χρησιμοποιούμενες μεθόδους (Lee, 1960). Αυτό που θα πρέπει να σημειωθεί είναι ότι η Αιματοξυλίνη βάφει τους πυρήνες με μπλε χρώμα, ενώ η Ηωσίνη βάφει το κυτταρόπλασμα και τα κυτταρικά συστατικά σε διάφορες αποχρώσεις του κόκκινου (Brown, 2002). Τέλος, ακολουθούσε το στάδιο της ανάρτησης, δηλαδή η τοποθέτηση βάλσαμου του Καναδά επάνω στις τομές και η κάλυψή τους με καλυπτρίδες. Το βάλσαμο του Καναδά είναι αρχικά ρευστό και στη συνέχεια στερεοποιείται και έτσι δίνει τη δυνατότητα στις τομές να καλύπτονται με ένα μέσο κατάλληλο δείκτη διάθλασης για πολύ καιρό.

2.4.2. Μικροσκοπική Καταγραφή

Κατά τη παρατήρηση των τομών της γονάδας σε μικροσκόπιο (ProgRes C10 Plus 2,1) και λήψη αυτών των εικόνων σε ηλεκτρονικό υπολογιστή (με το πρόγραμμα ProgRes CapturePro 2,1) συνδεδεμένο με το μικροσκόπιο (Εικ. 2.10), έγινε καταγραφή του σταδίου ωρίμανσης του αναπαραγωγικού συστήματος παρατηρώντας τους τύπους των γεννητικών κυττάρων μέσα στη γονάδα.



Εικόνα 2.10: Μικροσκόπιο συνδεδεμένο με λογισμικό, για την παρατήρηση των τομών και τη λήψη φωτογραφιών από αυτές.

2.6. Στατιστική επεξεργασία

Για τον έλεγχο των διαφορών στις μέσες τιμές των μορφολογικών χαρακτηριστικών των ζώων, του γεννητικού συστήματος και του δείκτη ωρίμανσης, χρησιμοποιήθηκε η **Ανάλυση Διακύμανσης (Analysis of Variance, ANOVA)** κατά ένα παράγοντα (ηλικία ζώων) για τα εκτρεφόμενα σαλιγκάρια, με στάθμη σημαντικότητας 95%. Όταν οι διαφορές ήταν σημαντικές πραγματοποιούνταν **έλεγχος Tukey-Kramer HSD**. Για τις δύο ομάδες γεννητόρων της πειραματικής εργαστηριακής εκτροφής (B.1.1 και B.1.2) χρησιμοποιήθηκε η **δοκιμασία t (t-test)**. Η **Ανάλυση Διακύμανσης** και η **δοκιμασία t** θεωρούν ως μηδενική υπόθεση (H_0) ότι οι μέσοι όροι των ομάδων για κάθε μελετώμενη παράμετρο είναι ίσοι (Zar, 1996).

Πριν την εφαρμογή της **Ανάλυσης Διακύμανσης** έγινε έλεγχος για το αν τα δεδομένα είναι παραμετρικά. Δηλαδή, έγινε έλεγχος αν ακολουθούν κανονική κατανομή και αν έχουν ίσες διακυμάνσεις με τους ελέγχους **Levene** και **Brown-Forsyth**.

Επίσης, βρέθηκε για το σύνολο των εξεταζόμενων σαλιγκαριών ο **συντελεστής συσχέτισης r** (Φωτιάδης, 1995) του ολικού βάρους και της μεγάλης διαμέτρου του κελύφους με τα χαρακτηριστικά του γεννητικού συστήματος μετά από μετασχηματισμό των δεδομένων σε δεκαδικό λογάριθμο (\log_{10}).

Για την πραγματοποίηση των στατιστικών αναλύσεων όπως και για τις παρουσιάσεις των αποτελεσμάτων σε πίνακες και διαγράμματα

χρησιμοποιήθηκαν τα υπολογιστικά φύλλα Excel και τα στατιστικά πακέτα SPSS 14,0 και JMP 6,0.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Αύξηση

3.1.1. Προπάχυνση στο εργαστήριο

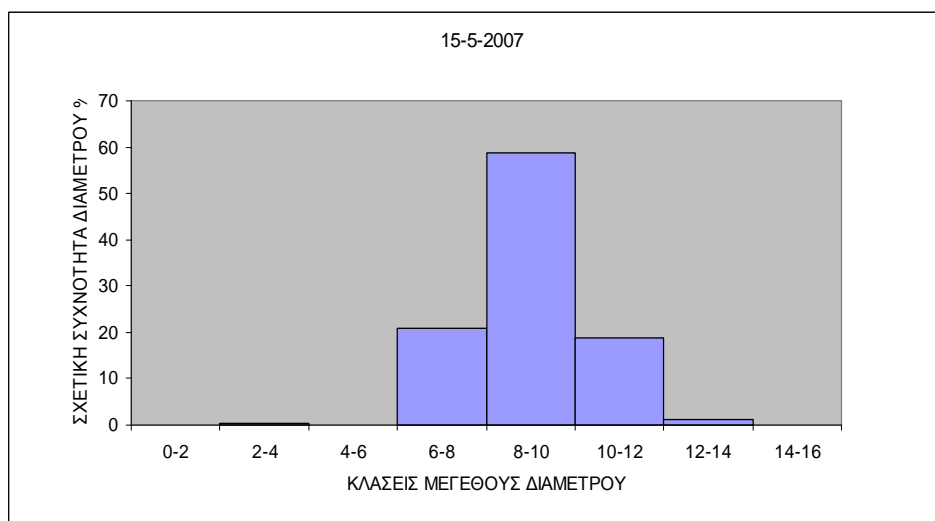
Οι μέσοι όροι, το τυπικό σφάλμα η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή του μεγέθους (D) και του βάρους (W) των ζώων δίνονται στο Πίνακα 3.1.

Ο μέσος όρος της διαμέτρου στη πρώτη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε όταν ο γόνος είχε ηλικία 30 ημερών (± 10 ημέρες) ήταν 6,94 mm και στη δεύτερη που πραγματοποιήθηκε μετά από 15 ημέρες ήταν 8,65 mm. Για το βάρος στη πρώτη μέτρηση η μέση τιμή του είναι 0,124 g και στη δεύτερη 0,946 g. Αυτό δείχνει ότι μέσα σε 15 ημέρες τα ζώα αυξήθηκαν περίπου στη διάμετρο κατά 2 mm και στο βάρος κατά 1 g. Ο ημερήσιος ρυθμός αύξησης για τις 16 ημέρες (από την 30^η έως τη 46^η) είναι 0,125 mm/d για τη διάμετρο και 0,0625 g/d για το βάρος.

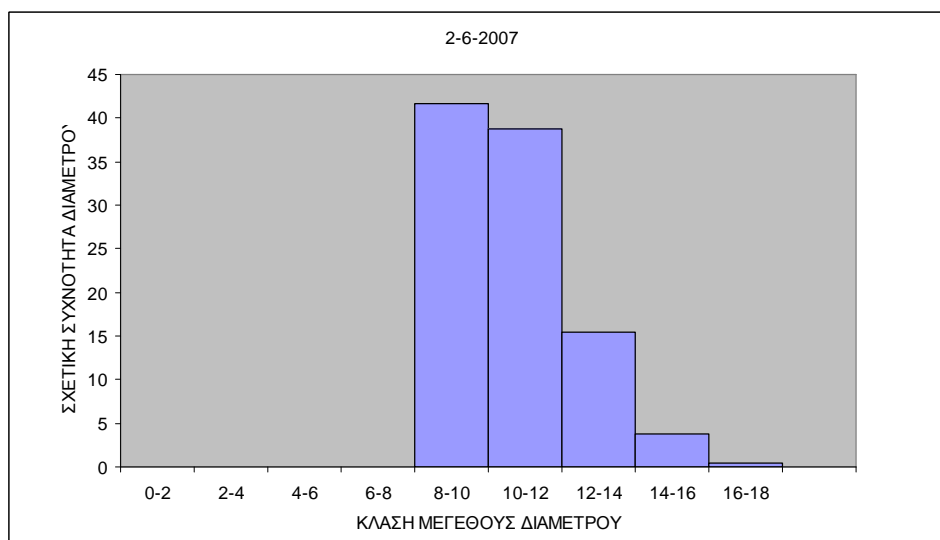
Πίνακας 3.1: Περιγραφικά στατιστικά από τις μετρήσεις του γόνου στο εργαστήριο.

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	15/5/2007		2/6/2007	
ΗΛΙΚΙΑ (ΗΜΕΡΕΣ)	30 (± 10)		46 (± 10)	
Περιγραφικά στατιστικά	Διάμετρος (mm)	Βάρος (g)	Διάμετρος (mm)	Βάρος (g)
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	6,94	0,124	8,65	0,946
ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ	0,08	0,004	0,10	0,097
ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	1,20	0,069	1,58	0,090
ΕΛΑΧΙΣΤΟ	1,47	0,034	6,18	0,076
ΜΕΓΙΣΤΟ	10,49	0,401	14,70	1,420
ΜΕΓΕΘΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (N)	240	240	240	240

Η κατανομή των μεγεθών του γόνου φαίνεται στις παρακάτω δύο Εικόνες 3.1 και 3.2. Το μέγεθος των σαλιγκαριών στη πρώτη μέτρηση (ηλικία 30 ± 10 ημέρες) κυμάνθηκε από 6 έως 12 mm και το μεγαλύτερο ποσοστό σαλιγκαριών είχε διάμετρο 6– 8 mm. Και στη δεύτερη μέτρηση κυμάνθηκε από 6- 14 mm και το μεγαλύτερο ποσοστό ζώων (>50%) είχε διάμετρο από 6 -10 mm.

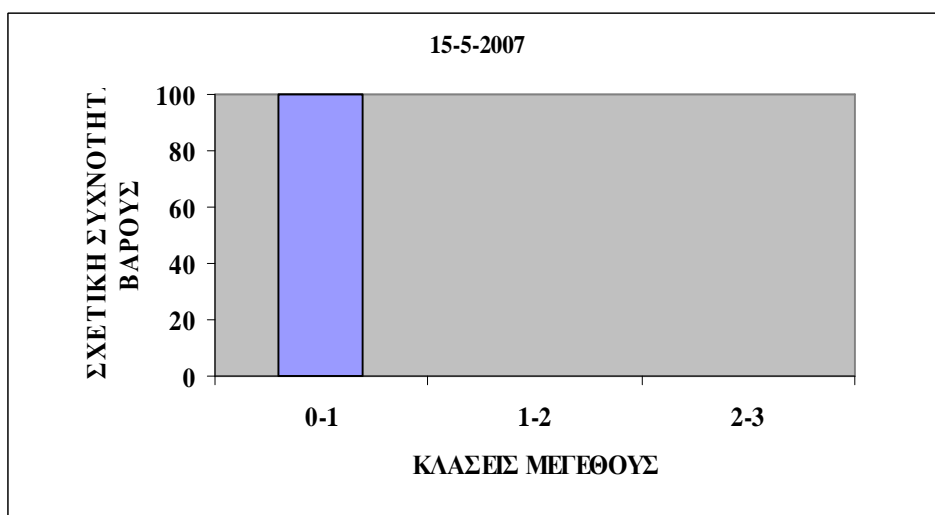


Εικόνα 3.2: Συχνότητα διαμέτρου (σε mm) του γόνου για τη μέτρηση στο εργαστήριο στις 2-6-2007.

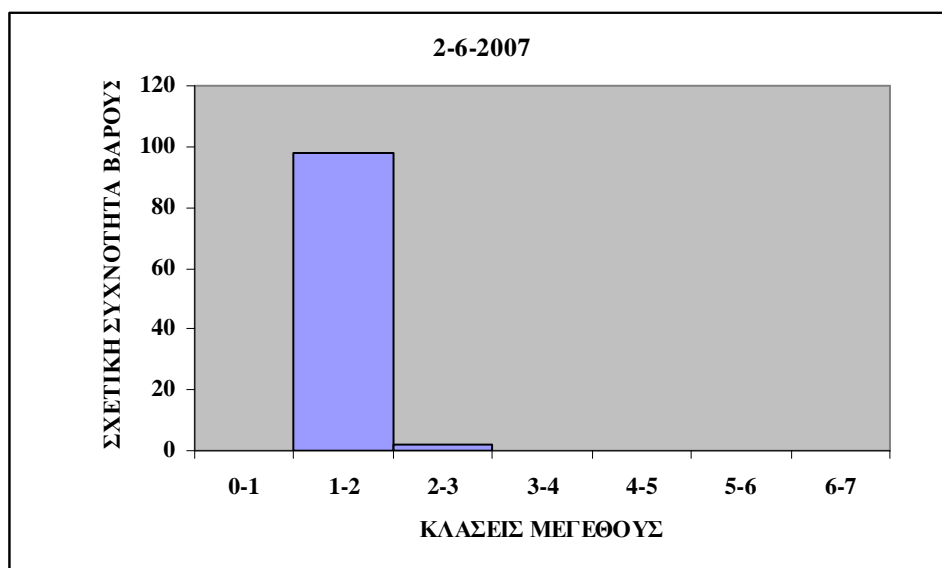


Εικόνα 3.1: Συχνότητα διαμέτρου (mm) του γόνου για τη μέτρηση στο εργαστήριο στις 15-5-2007.

Το βάρος του γόνου για τις δύο μετρήσεις φαίνεται στις παρακάτω Εικόνες 3.3 και 3.4 και κυμάνθηκε στη πρώτη μέτρηση από 0,034 g έως 1 g και στη δεύτερη μέτρηση από 1 έως 3 g, ενώ τα περισσότερα ζώα ζύγιζαν από 1,5 g έως 2 g.



Εικόνα 3.3: Συχνότητα βάρους (σε g) του γόνου για τη μέτρηση στο εργαστήριο στις 15-5-2007.



Εικόνα 3.4: Συχνότητα βάρους (σε g) του γόνου για τη μέτρηση στο εργαστήριο στις 2-6-2007.

3.1.2. Πάχυνση στο Διχτυοκήπιο

Η μεταβολή της ολικής βιομάζας για το χρονικό διάστημα της πάχυνσης παρουσιάζεται στο Πίνακα 3.2 μαζί με τις αντίστοιχες ημερομηνίες των μετρήσεων και τη μέση ηλικία των ζώων.

Πίνακας 3.2: Οι ημερομηνίες που έγινε η κάθε δειγματοληψία, η ηλικία των ατόμων που μετρήθηκαν, το μέγεθος του δείγματος κάθε φορά και η κατά αντίστοιχη δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε.

α/α	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΗΛΙΚΙΑ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΟΛΙΚΗ ΒΙΟΜΑΖΑ (g)
1	16/6/2007	62	278,88
2	3/7/2007	78	320,31
3	17/7/2007	92	492,08
4	31/7/2007	106	570,82
5	19/8/2007	125	689,54
6	2/9/2007	138	874,10
7	18/9/2007	154	836,30
8	17/10/2007	184	569,54

Στο Πίνακα 3.3 δίνονται τα περιγραφικά στατιστικά για τις 7 δειγματοληψίες που έγιναν στο διάστημα των 4 μηνών. Ο μέσος όρος της μεγάλης διαμέτρου στις αρχές Ιουλίου, όταν πραγματοποιήθηκε η πρώτη δειγματοληψία ήταν 13,25 mm, ενώ στα μέσα του ίδιου μήνα βρέθηκε ίσος με 16,03 mm. Για τη τρίτη μέτρηση η μέση τιμή της διαμέτρου ήταν 20,05 mm, και για τις επόμενες τέσσερις μετρήσεις κυμάνθηκε από 23,34 mm, έως 26,07 mm. Ο μεγαλύτερος συντελεστής ομοιογένειας ήταν 33,19% και αντιστοιχούσε στη δειγματοληψία της 17 Ιουλίου ακολουθώντας στη συνέχεια πτωτική τάση μέχρι και την τελευταία δειγματοληψία (12,38%).

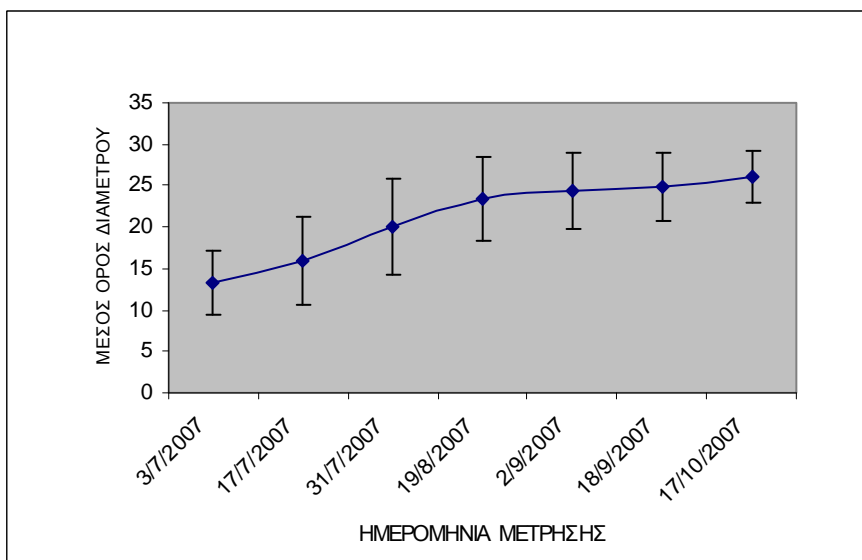
Πίνακας 3.3. Μέσοι όροι (\bar{x}), τυπικό σφάλμα (se) και συντελεστής ομοιογένειας (C.V.%) από τις μετρήσεις της διαμέτρου του κελύφους (D) και του υγρού βάρους (W), της πειραματικής σειράς των σαλιγκαριών του διχτυοκηπίου για κάθε δειγματοληψία.

Α/Α	Ημερομηνία	Χρόνος ζώης (ημέρες)	ΜΕΓΕΘΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ N	Διάμετρος D (mm)		Υγρό βάρος W (g)	
				$(\bar{x} \pm se)$	C.V. %	$(\bar{x} \pm se)$	C.V.%
1	3/7/2007	78	201	13.25 ± 0.27	28.94	0.98 ± 0.06	83.66
2	17/7/2007	92	184	16.03 ± 0.39	33.19	1.72 ± 0.12	98.00
3	31/7/2007	106	93	20.05 ± 0.59	28.50	3.31 ± 0.29	83.46
4	19/8/2007	125	96	23.34 ± 0.52	21.74	4.67 ± 0.27	56.28
5	2/9/2007	138	91	24.44 ± 0.48	18.82	5.08 ± 0.27	50.60
6	18/9/2007	154	90	24.81 ± 0.44	16.65	5.31 ± 0.25	45.29
7	17/10/2007	184	82	26.07 ± 0.36	12.38	4.96 ± 0.16	29.70

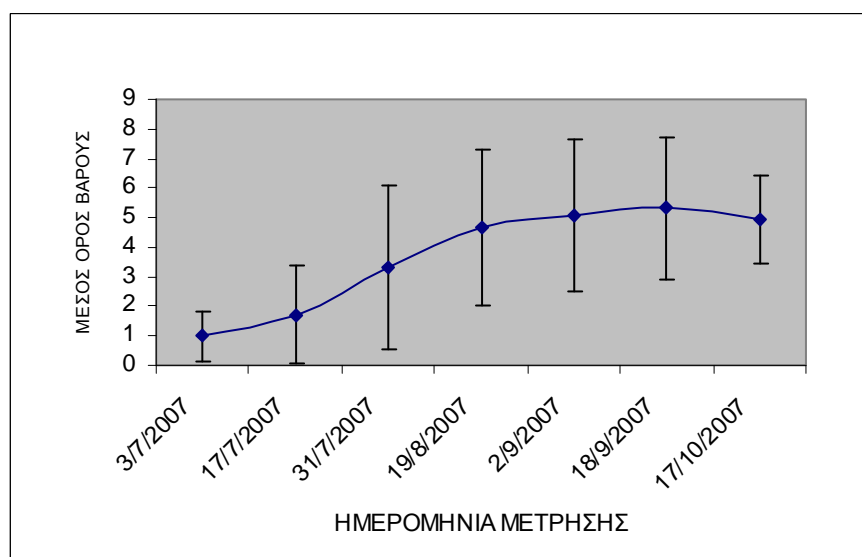
Για το βάρος του κάθε ζώου η πρώτη μέτρηση έδωσε μέσο όρο 0,98 g με μεγάλο συντελεστή ομοιογένειας 83,66%, όπως και στη δεύτερη μέτρηση ο μέσος όρος ήταν 1,72 g με το συντελεστή ομοιογένειας 98%. Για τις επόμενες τέσσερις δειγματοληψίες ο μέσος όρος του βάρους αυξήθηκε σταδιακά από 3,31 g, έως 5,31 g ενώ στις 17 Οκτωβρίου ήταν 4,96 g. Ο μικρότερος συντελεστής ομοιογένειας που υπολογίστηκε από τα δεδομένα των μετρήσεων βάρους ήταν 29,70% στην έβδομη μέτρηση.

Στις παρακάτω Εικόνες φαίνεται η χρονική μεταβολή της διαμέτρου του κελύφους (Εικ. 3.5) και του υγρού βάρους των ζώων (Εικ. 3.6) στο διάστημα της παραμονής τους στο διχτυοκήπιο. Ο ημερήσιος ρυθμός αύξησης των

εκτρεφόμενων σαλιγκαριών σε αυτό το διάστημα υπολογίστηκε για τη διάμετρο και για το βάρος τους και ήταν 0,1209 mm/d και 0,037 g/d αντίστοιχα.

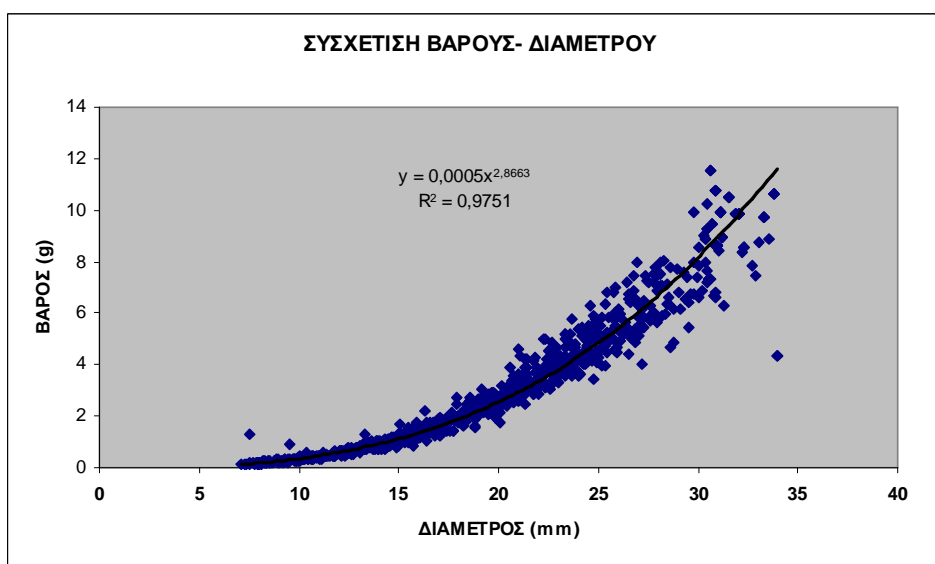


Εικόνα 3.5: Χρονική μεταβολή του μέσου όρου της μεγάλης διαμέτρου του κελύφους ($M.O. \pm s.d.$) των ατόμων της F1 γενιάς της πειραματικής σειράς των εκτρεφόμενων ζώων στο διχτυοκήπιο.

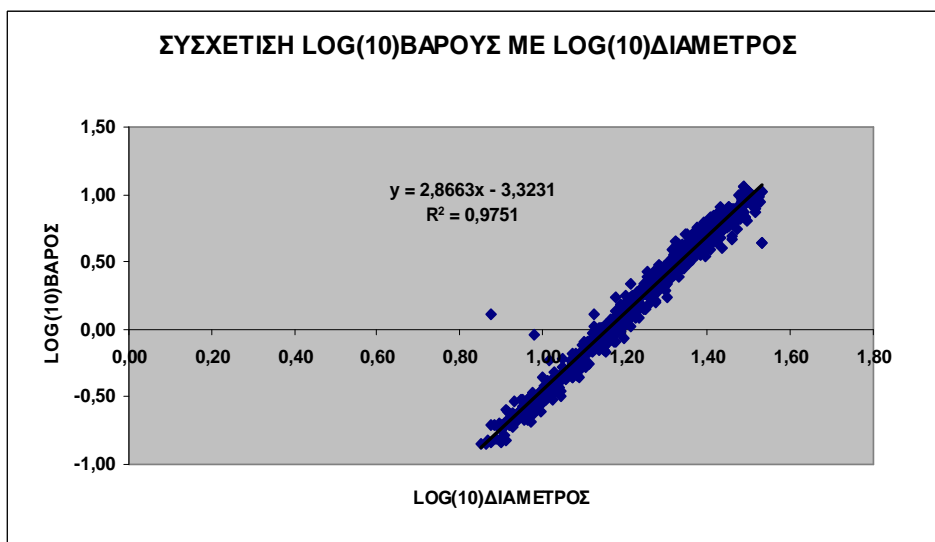


Εικόνα 3.6: Χρονική μεταβολή του μέσου όρου του βάρους ($M.O. \pm s.d.$) των ατόμων της F1 γενιάς της πειραματικής σειράς των εκτρεφόμενων ζώων στο διχτυοκήπιο.

Τέλος, στην Εικόνα 3.7 φαίνεται η συσχέτιση του βάρους με τη διάμετρο για όλες τις τιμές των μετρήσεων, ενώ στην Εικόνα 3.8 η συσχέτιση έγινε μετά την μετατροπή των τιμών της διαμέτρου και του υγρού βάρους με δεκαδικό λογάριθμο για την μετατροπή της καμπύλης σε ευθεία.



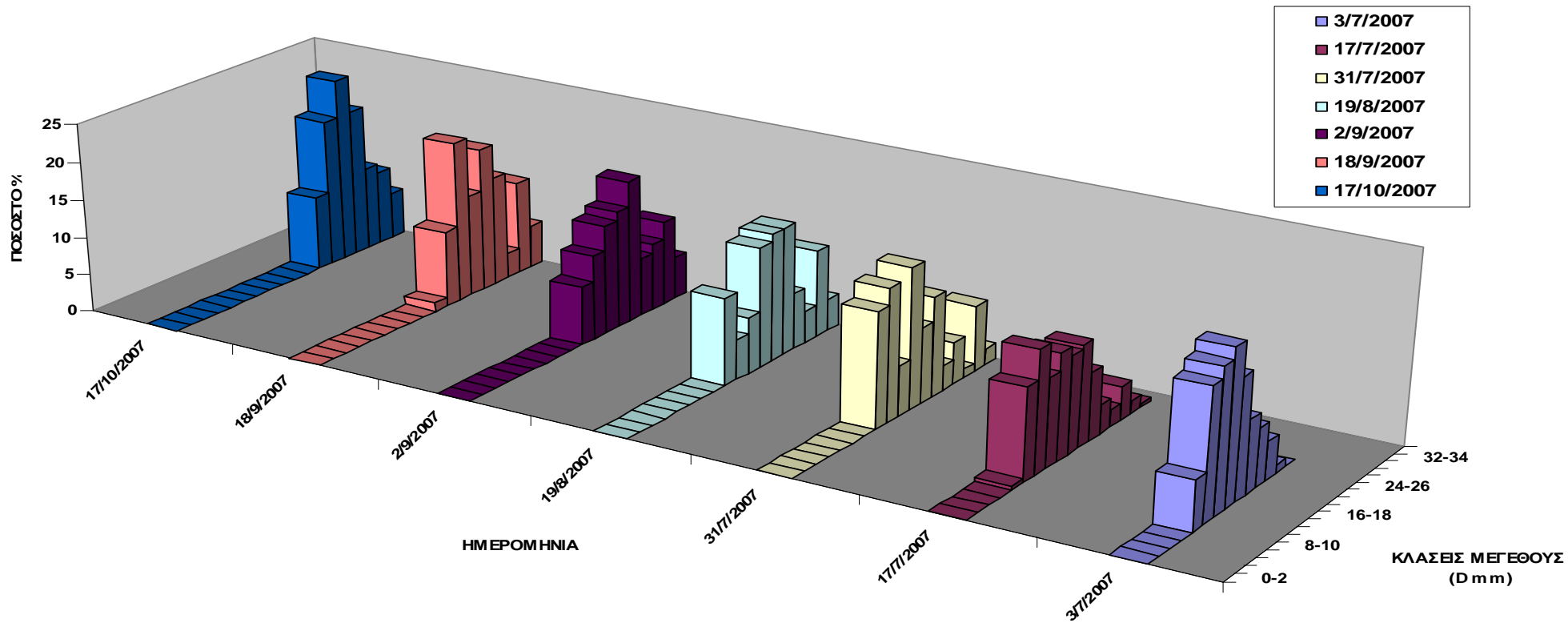
Εικόνα 3.7: Απεικόνιση της συσχέτισης της διαμέτρου του κελύφους με το υγρό βάρος των ζώων στο διχτυοκήπιο.



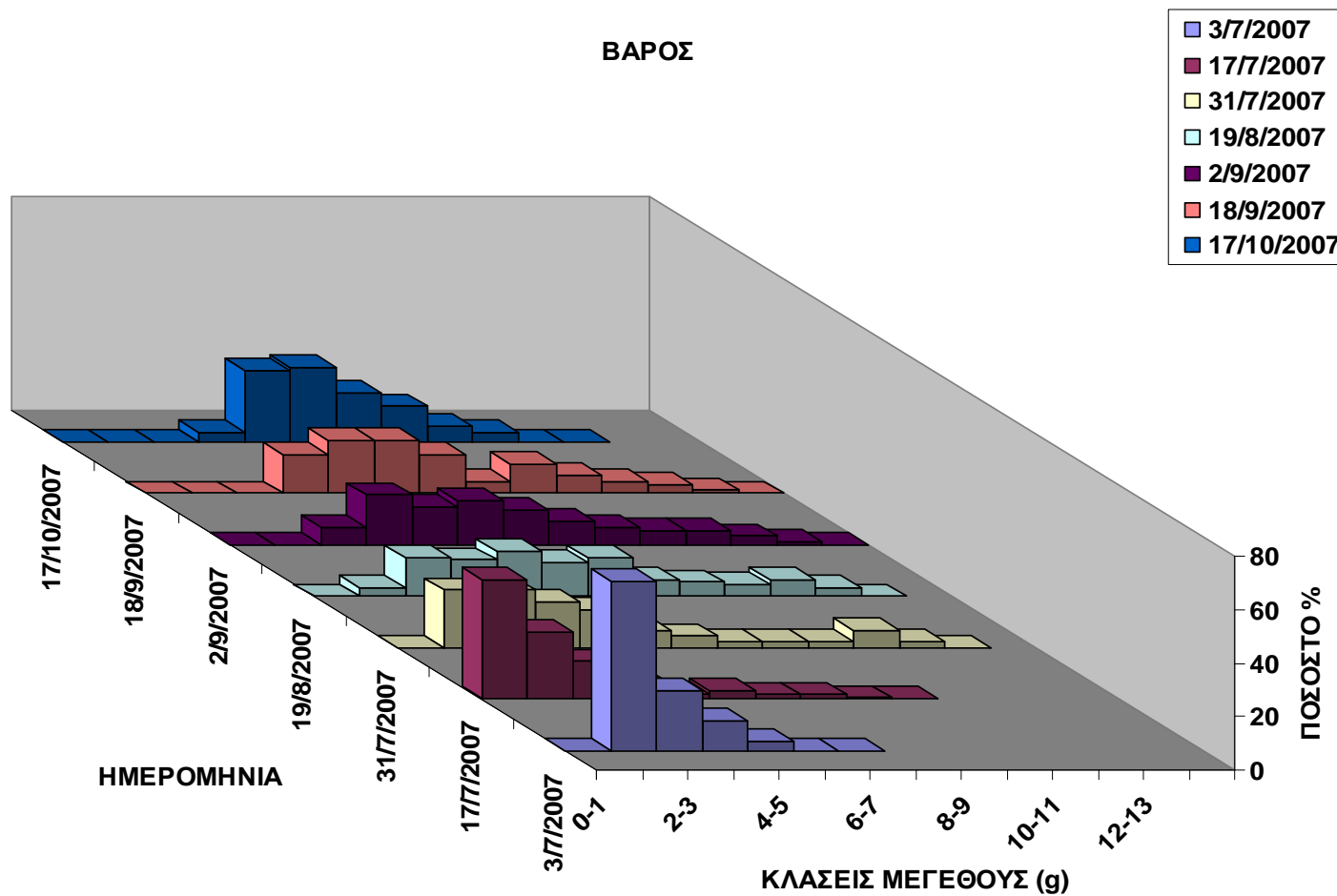
Εικόνα 3.8: Απεικόνιση της συσχέτισης των τιμών της διαμέτρου του κελύφους με τις τιμές του υγρού βάρους των ζώων στο διχτυοκήπιο, μετά από μετατροπή αυτών με δεκαδικό λογάριθμο.

Στις παρακάτω Εικόνες 3.9 και 3.10 δίνεται η απεικόνιση της αύξησης των ζώων στα ιστογράμματα της σχετικής συχνότητας της διαμέτρου και του βάρους στα οποία φαίνεται το ποσοστό των ζώων της κάθε κλάσης μεγέθους στο σύνολο των ζώων του δείγματος της κάθε μέτρησης.

ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ



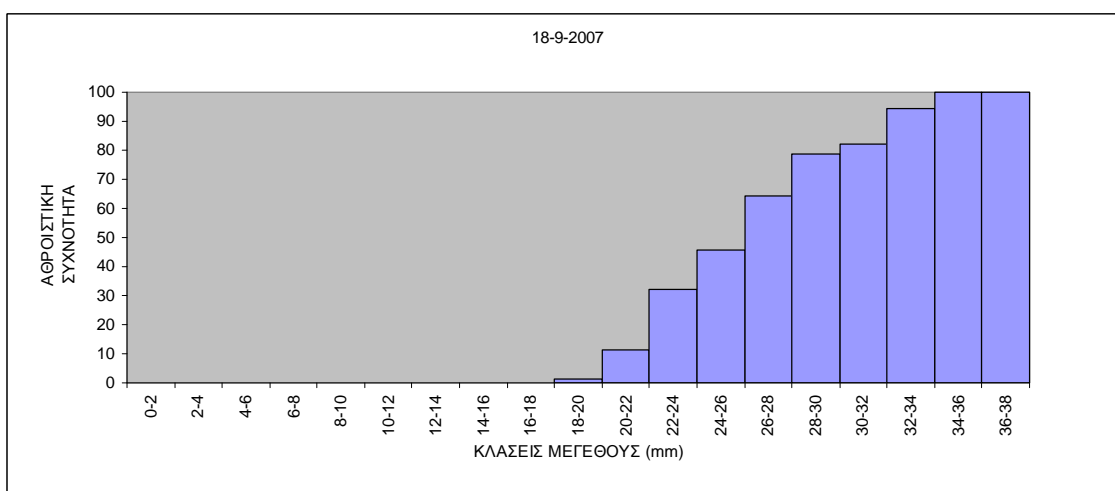
Εικόνα 3.9: Απεικόνιση της σχετικής συχνότητας της μεγάλης διαμέτρου του κελύφους για όλες τις μετρήσεις στο διχτυοκήτηπιο.



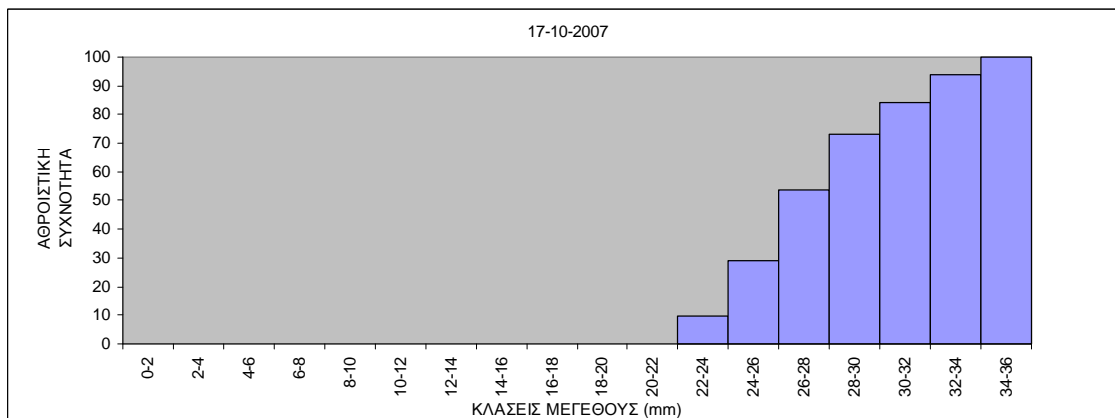
Εικόνα 3.10: Απεικόνιση της σχετικής συχνότητας του υγρού βάρους για όλες τις μετρήσεις στο διχτυοκήπιο.

Από τα ιστογράμματα αθροιστικής συχνότητας για τη διάμετρο (Εικ. 3.11 και 3.12) και βάρος (Εικ. 3.13 και 3.14) όπως προέκυψαν από τις δύο τελευταίες μετρήσεις στο διχτυοκήπιο φάνηκε ότι και στις δύο το 50% ανήκε στην κλάση 26-28 mm και 6-8 g. Για τη μεγάλη διάμετρο στις 18/9/2007 το 50% των ζώων ήταν μεγαλύτερα από 26 mm και στις 17/10/2007 το 50% ήταν μεγαλύτερο από 28 mm.

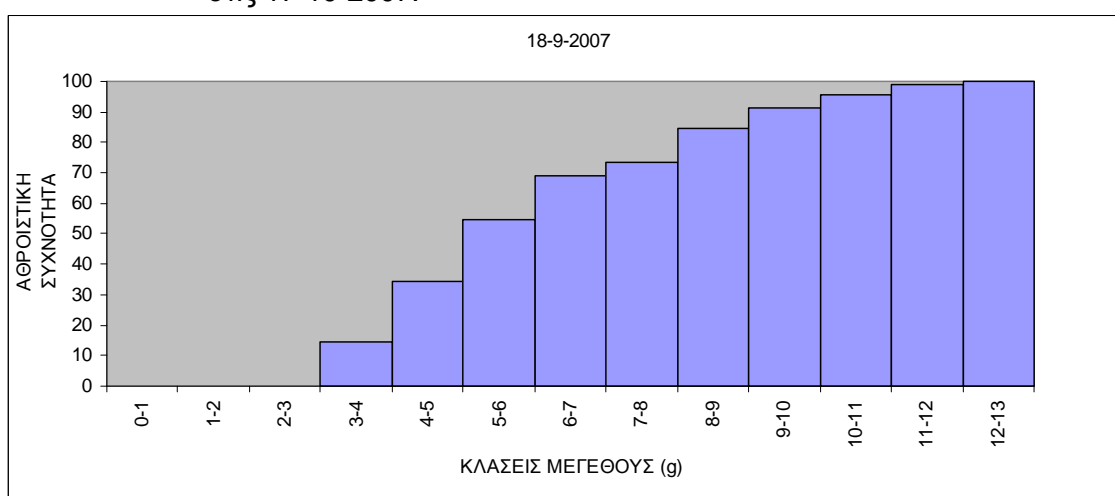
Για το βάρος στις 18/9/2007 το 50% των ζώων ήταν τουλάχιστον 6 g από τα οποία περίπου το 35% ήταν μεγαλύτερο από 8 g. Τέλος στις 17/10/2007 ενώ το 80% ήταν μεγαλύτερο από 6 g αλλά μόνο το 10% από αυτά ήταν μεγαλύτερο από 7 g.



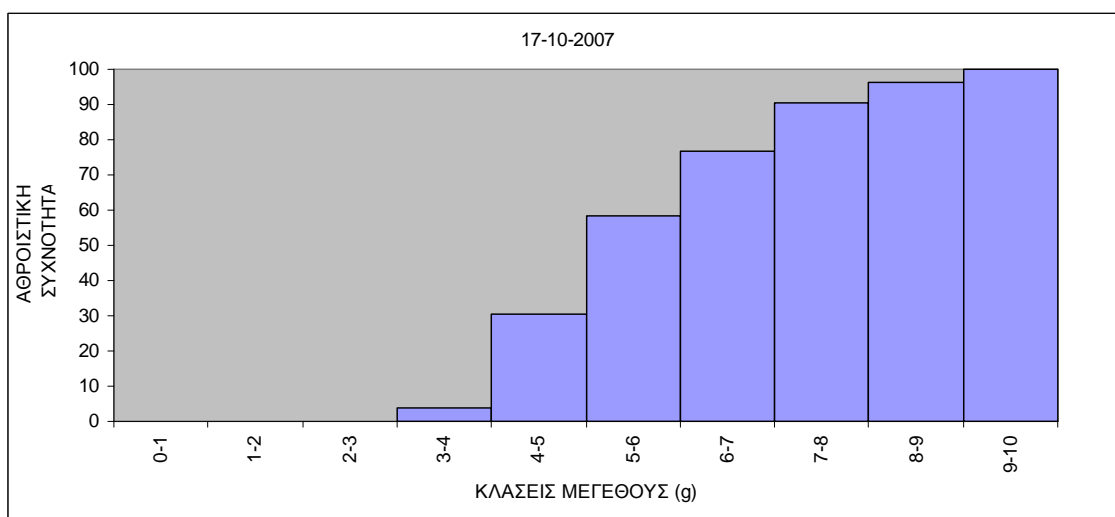
Εικόνα 3.11: Αθροιστική συχνότητα διαμέτρου για τα ζώα στο διχτυοκήπιο στις 18-9-2007.



Εικόνα 3.12: Αθροιστική συχνότητα διαμέτρου για τα ζώα στο διχτυοκήτηπι στις 17-10-2007.



Εικόνα 3.13: Αθροιστική συχνότητα βάρους για τα ζώα στο διχτυοκήτηπι στις 18-9-2007.



Εικόνα 3.14: Αθροιστική συχνότητα βάρους για τα ζώα στο διχτυοκήτηπι στις 17-10-2007.

3.2. Μορφομετρικά χαρακτηριστικά σαλιγκαριών

3.2.1. Εκτρεφόμενα σαλιγκάρια (ομάδες A1, A2 και A3)

Όσον αφορά τη σύγκριση των τιμών μετρήσεων μεταξύ των τριών δειγμάτων από τα ζώα διαφορετικής ηλικίας με Ανάλυση Διακύμανσης (Πίν. 3.5) φαίνεται ότι τα ζώα των 108, 140 και 186 ημερών για όλα τα μορφολογικά χαρακτηριστικά δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Ωστόσο, τα ζώα των 186 ημερών εμφανίζουν στατιστικά σημαντική διαφορά (ANOVA, $F=13,31$, $P<0,0001$) για το βάρος σώματος (9,11 g).

3.2.2. Γεννήτορες (ομάδες B.1.1, B.1.2 και B.2)

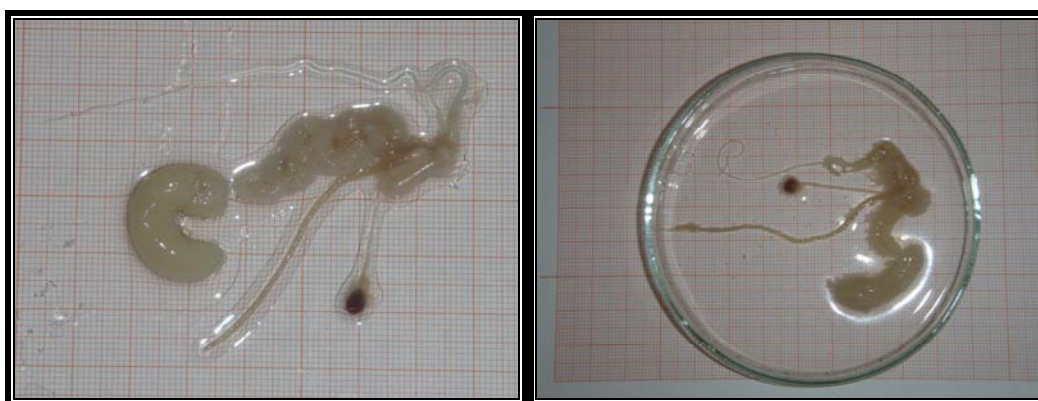
Οι γεννήτορες εργαστηρίου που γέννησαν (B.1.1) είχαν κατά μέσο όρο μικρότερο πλάτος (23,90 mm) (t-test, $t=4,37$, $P=0,0002$, $n=34$), όπως και μεγάλη διάμετρο κελύφους (24,83 mm) (t-test, $t=4,66$, $P<0,0001$, $n=34$) σε σχέση με τους γεννήτορες εργαστηρίου που δεν γέννησαν (B.1.2) (πλάτος 28,93 mm και μεγάλη διάμετρος κελύφους 30,13 mm). Επίσης, εμφάνισαν το μικρότερο βάρος σώματος (4,38 g) (t-test, $t=3,64$, $P=0,0014$, $n=34$), όπως και το ολικό βάρος (6,63 g) (t-test, $t=4,49$, $P=0,0001$, $n=34$), σε σχέση με τους γεννήτορες εργαστηρίου που δεν γέννησαν (B.1.2) (πλάτος 28,93 mm, και μεγάλη διάμετρος κελύφους 30,13 mm, βάρος σώματος 6,33 g και ολικό 10,76 g). Επιπλέον, οι γεννήτορες εργαστηρίου που γέννησαν (B.1.1) είχαν το μεγαλύτερο δείκτη ανομοιογένειας (14,04%, 13,19%, 32,44% και 33,01%) (Πίν. 3.6).

Οι γεννήτορες από τη μονάδα εκτροφής (B.2) όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.7, είχαν τους μεγαλύτερους μέσους όρους για το πλάτος (32,03 mm) (ANOVA, $F=18,19$, $P<0,0001$, $n=41$), όπως και τη μεγάλη διάμετρο του κελύφους (33,85 mm) (ANOVA, $F=21,81$, $P<0,0001$, $n=41$). Επίσης, είχαν το μεγαλύτερο βάρος

σώματος (10,15 g) (ANOVA, $F=13,21$, $P<0,0001$, $n=41$) και το μεγαλύτερο ολικό βάρος (8,27 g) (ANOVA, $F=7,75$, $P=0,0015$, $n=41$).

3.3. Μορφομετρικά χαρακτηριστικά γεννητικού συστήματος

Από τις μετρήσεις των χαρακτηριστικών του γεννητικού συστήματος του πνευμονοφόρου γαστεροπόδου *H. aspersa* (Εικ. 3.16) τα κύρια χαρακτηριστικά αυτού ήταν:



Εικόνα 3.16: Το γεννητικό σύστημα του *H. aspersa* μετά από την ανατομία του για τη μέτρηση των χαρακτηριστικών του (χωρίς τη γονάδα).

Το μήκος της **θήκης του ακοντίου** (Πίν. 3.5) στα παχυνόμενα ζώα κατά μέσο όρο κυμαινόταν από 6,95 mm για αυτά των 186 ημερών έως 8,73 mm για αυτά των 140 ημερών, με μέσο όρο στις τρεις ηλικίες **7,78 mm**. Διέφερε στατιστικά σημαντικά για τις τρεις ηλικιακές κλάσεις που εξετάστηκαν (ANOVA, $F=3,21$, $P=0,05$, $n=37$). Στα ζώα ηλικίας ενός έτους (Πίν. 3.6) ήταν κατά μέσο όρο **10,74 mm** και ήταν παρόμοιος σε όλες τις ομάδες χωρίς να διαφέρει στατιστικά σημαντικά τόσο μεταξύ των ζώων του εργαστηρίου (t-test, $t=1,03$, $P=0,31$, $n=34$) (Πίν. 3.7) όσο και ανάμεσα στους γεννήτορες της μονάδας εκτροφής και αυτούς του εργαστηρίου (ANOVA, $F=0,63$, $P=0,53$, $n=41$).

Οι **βλεννογόνοι αδένες** (MG) που παράγουν τη βλέννα που αποθηκεύεται στο ακόντιο πριν την εκτόξευσή του μετρήθηκαν και στην ομάδα των παχυνόμενων ζώων (Πίν. 3.5) αυτά των 108 και 140 ημερών είχαν σχεδόν ίδιο μέσο όρο (6,70 mm και 6,58 mm αντίστοιχα) αλλά διαφορετικό συντελεστή ομοιογένειας (10,91% και 24,37% αντίστοιχα). Τα σαλιγκάρια ηλικίας 186 ημερών είχαν μικρότερο μέσο όρο ίσο με 5,93 mm και διέφεραν στατιστικά σημαντικά από τις άλλες δύο ομάδες (ANOVA, $F=5,61$, $P=0,007$, $n=41$).

Το μήκος των βλεννογόνων αδένων διέφερε στατιστικά σημαντικά τόσο μεταξύ των ζώων ηλικίας ενός έτους του εργαστηρίου (t -test, $t=3.99$, $P=0,0003$, $n=34$) (Πίν. 3.7), όσο και μεταξύ των τριών ομάδων των ζώων ηλικίας ενός έτους (ANOVA, $F=8,56$, $P=0,0008$, $n=37$) (Πίν. 3.6) και κυμάνθηκε από 8,22 mm στους γεννήτορες εργαστηρίου που δεν γέννησαν (B.1.2) έως 10,10 mm στους γεννήτορες εργαστηρίου που γέννησαν (B.1.1).

Το μήκος της **σπερματοκύστης** (BC), για την ομάδα των ζώων ηλικίας ενός έτους δεν εμφάνισε στατιστικά σημαντική διαφορά (ANOVA, $F=0,092$, $P=0,91$, $n=37$) και ο μέσος όρος ήταν 4,95 mm. Ενώ στα ζώα του διχτυοκηπίου διαφορετικής ηλικίας, όπως φαίνεται στο Πίνακα 3.5, κυμάνθηκε από 3,09 mm (186 ημερών) έως 4,17 mm (108 ημερών) και διέφεραν στατιστικά σημαντικά (ANOVA, $F=11,93$, $P=0,0001$, $n=41$).

Και ως προς τη διάμετρο της σπερματοκύστης τα ζώα ενός έτους (Πίν. 3.6) δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά (ANOVA, $F=1,38$, $P=0,26$, $n=37$) με μέσο όρο διαμέτρου 3,28 mm. Ενώ στα εκτρεφόμενα σαλιγκάρια διαφορετικών ηλικιών (Πίν. 3.5) καταγράφηκε στατιστικά σημαντική διαφορά (ANOVA, $F=6,65$, $P=0,0036$, $n=41$). Η διάμετρος της σπερματοκύστης σε αυτή την ομάδα

σαλιγκαριών κυμάνθηκε από 2,16 mm έως 3,06 mm για τα ζώα ηλικίας 186 και 140 ημερών αντίστοιχα

Το μήκος του **αγωγού της σπερματοκύστης** (BT) δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά (ANOVA, $F=1,32$, $P=0,27$, $n=37$) στα ζώα ηλικίας ενός έτους ο μέσος όρος για όλες τις ομάδες ήταν 69,70 mm. Ενώ, για τα ζώα του διχτυοκηπίου ήταν διαφορετικός για κάθε ηλικία (ANOVA, $F=4,11$, $P=0,025$, $n=41$), και ήταν 17,61 mm για αυτά των 108 ημερών, **20,50 mm** για αυτά των 140 ημερών και 16,58 mm για αυτά των 186 ημερών.

Το μήκος του **σπερματοαγωγού** (SO), βρέθηκε ότι διέφερε στατιστικά σημαντικά (ANOVA, $F=4,63$, $P=0,015$, $n=37$) για τις τρεις ομάδες των σαλιγκαριών ηλικίας ενός έτους. Κυμάνθηκε από 36,47 mm στους γεννήτορες εργαστηρίου που γέννησαν (B.1.1) έως 45,06 mm για τους γεννήτορες από τη μονάδα εκτροφής (B.2). Ωστόσο, στους γεννήτορες εργαστηρίου ηλικίας ενός έτους, B.1.1 και B.1.2 (Πίν. 3.7), δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά (t-test, $t=0,12$, $P=0,90$, $n=34$). Στα εκτρεφόμενα ζώα (Πίν. 3.5), βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά (ANOVA, $F=7,1$, $P=0,0026$, $n=41$). Το μήκος του σπερματοαγωγού κυμάνθηκε από 26,52 mm (186 ημερών) έως 33,75 mm (140 ημερών).

Από τη μέτρηση του **βοηθητικού αγωγού της σπερματοκύστης** (BTC) βρέθηκε ότι για τα ζώα ηλικίας ενός έτους (Πίν. 3.6) διέφερε στατιστικά σημαντικά (ANOVA, $F=9,51$, $P=0,0004$, $n=37$), κυμάνθηκε από 47,40 mm για τους γεννήτορες από τη μονάδα εκτροφής (B.2) έως 64,24 mm στους γεννήτορες εργαστηρίου που γέννησαν (B.1.1). Αντιθέτως, μεταξύ των ζώων ηλικίας ενός έτους του εργαστηρίου, B.1.1 και B.1.2 (Πίν. 3.7), δεν βρέθηκε στατιστικά

σημαντική διαφορά (t-test, $P=0,94$, $n=34$). Για τα ζώα του διχτυοκηπίου (Πίν. 3.5) διέφερε στατιστικά σημαντικά (ANOVA, $F=3,42$, $P=0,044$, $n=41$) και ήταν από 24,98 mm (186 ημερών) έως 32,95 mm (140 ημερών).

Το μήκος του **μαστιγίου** (FL) δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά ανάμεσα στα σαλιγκάρια ηλικίας ενός έτους (Πίν. 3.6), που εξετάστηκαν (ANOVA, $F=1,13$, $P=0,33$, $n=37$) και είχε μέσο όρο **65,92 mm**. Ενώ, στα εκτρεφόμενα σαλιγκάρια διαφορετικών ηλικιών διέφερε στατιστικά σημαντικά (ANOVA, $F=3,58$, $P=0,38$, $n=41$). Στα ζώα των 108 ημερών ήταν 33,03 mm, σε αυτά των 140 ημερών **46,75 mm** και σε αυτά των 186 ημερών 37,15 mm.

Ο **λευκωματογόνος αδένας** (AG), μετρήθηκε ως προς το μήκος και ως προς το βάρος. Ως προς το μήκος στα ζώα ηλικίας ενός έτους βρέθηκε ότι δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (ANOVA, $F=2,76$, $P=0,075$, $n=37$) με μέσο όρο **22,68 mm**. Επίσης, βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά (t-test, $P=0,18$, $n=34$) μεταξύ των γεννητόρων ενός έτους του εργαστηρίου, B.1.1 και B.1.2 (Πίν. 3.7). Ωστόσο, στα παχυνόμενα ζώα διέφερε στατιστικά σημαντικά (ANOVA, $F=4,99$, $P=0,012$, $n=41$) και ήταν 11,90 mm σε αυτά των 186 ημερών, 17,73 mm σε αυτά των 108 ημερών και **18,32 mm** σε αυτά 140 ημερών.

Ως προς το βάρος ο λευκωματογόνος αδένας στα ζώα ηλικίας ενός έτους διέφερε στατιστικά σημαντικά (ANOVA, $F=6,26$, $P=0,004$, $n=37$) ήταν **513,71 mg** σε αυτά από τη μονάδα εκτροφής (B.2), **593,19 mg** στους γεννήτορες εργαστηρίου που γέννησαν (B.1.1) και **962,83 mg** και τους γεννήτορες εργαστηρίου που δεν γέννησαν (B.2), όπως επίσης διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των ζώων εργαστηρίου ηλικίας ενός έτους (t-test, $t=3.08$, $P=0,0056$, $n=34$) (Πίν. 3.7). Ενώ για τα παχυνόμενα σαλιγκάρια δεν διέφερε στατιστικά

σημαντικά (ANOVA, $F=0,17$, $P=0,84$, $n=41$) ανάμεσα στις τρεις ηλικιακές ομάδες που εξετάστηκαν και κατά μέσο όρο ήταν **349,45 mg**.

Και τέλος το ολικό βάρος του **γεννητικού συστήματος** βρέθηκε να μη διαφέρει στατιστικά σημαντικά για τα ζώα ηλικίας ενός έτους (ANOVA, $F=1,86$, $P=0,16$, $n=37$) (Πίν. 3.6), με μέσο όρο **1702,90 mg**, όπως και τα ζώα ηλικίας ενός έτους του εργαστηρίου (Πίν. 3.7) δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά (t-test, $t=1.79$, $P=0,089$, $n=34$). Τέλος, στα εκτρεφόμενα σαλιγκάρια διαφορετικής ηλικίας (Πίν. 3.5) δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά (ANOVA, $F=0,27$, $P=0,76$, $n=41$) με μέσο όρο **764,51 mg**.

Πίνακας 3.5: Μέσοι όροι (\bar{x}), τυπικό σφάλμα (se) και συντελεστής ομοιογένειας C.V.% των χαρακτηριστικών του γεννητικού συστήματος στις τρεις ηλικιακές ομάδες εκτρεφόμενων σαλιγκαριών του είδους *H. aspersa* (F1 γενιά). A1: εκτρεφόμενα ζώα ηλικίας 108, A2: εκτρεφόμενα ζώα ηλικίας 140 και A3: εκτρεφόμενα ζώα ηλικίας 186 ημερών.

ΟΜΑΔΑ	A 1		A 2		A 3	
ΗΛΙΚΙΑ (ΗΜΕΡΕΣ)	108		140		186	
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	$(\bar{x} \pm se)$	C.V.%	$(\bar{x} \pm se)$	C.V.%	$(\bar{x} \pm se)$	C.V.%
Πλάτος κελύφους	29,32±0,41 ^a	4,24	29,43±0,51 ^a	5,48	28,51±0,43 ^a	6,36
Μεγάλη διάμετρος του κελύφους	30,76±0,42 ^a	4,08	30,59±0,52 ^a	5,37	29,65±0,51 ^a	7,33
Βάρος ζώου (κέλυφος και σώμα)	11,90±0,50 ^a	12,57	11,47±0,60 ^a	16,57	9,11±0,30 ^b	14,11
Βάρος σώματος	6,40±0,28 ^a	12,89	7,08±0,43 ^a	19,14	6,18±0,18 ^a	12,66
Μήκος θήκης ακοντίου	7,66±0,32 ^{a,b}	12,55	8,73±0,87 ^a	31,62	6,95±0,32 ^b	19,58
Μήκος μαστιγίου	33,03±3,12 ^b	28,34	46,75±5,23 ^a	35,35	37,15±2,21 ^{a,b}	25,22
Μήκος σπερματοκύστης	4,17±0,22 ^a	15,88	4,22±0,27 ^a	20,60	3,09±0,14 ^b	18,91
Μήκος αγωγού της σπερματοκύστης	17,61±0,57 ^{a,b}	9,63	20,50±1,37 ^a	21,07	16,58±0,85 ^b	21,74
Μήκος βοηθητικού αγωγού της σπερματοκύστης	25,63±1,25 ^{a,b}	14,63	32,95±3,02 ^a	28,99	24,98±2,03 ^b	34,46
Διάμετρος σπερματοκύστης	2,80±0,16 ^{a,b}	17,09	3,06±0,23 ^a	24,09	2,16±0,17 ^b	32,45
Μήκος σπερματαγωγού	30,57±1,50 ^{a,b}	14,71	33,75±2,27 ^a	21,26	26,52±0,83 ^b	13,36
Μήκος βλεννογόνων αδένων	6,70±0,24 ^a	10,91	6,58±0,51 ^a	24,37	5,39±0,23 ^b	17,88
Μήκος λευκωματογόνου αδένου	17,73±0,95 ^{a,b}	16,13	18,32±2,65 ^a	45,80	11,90±1,27 ^b	45,24
Βάρος λευκωματογόνου αδένου (mg)	300,67±32,34 ^a	32,27	424,90±177,30 ^a	131,95	322,78±142,21 ^a	186,92
Βάρος ολικό γεννητικού συστήματος (mg)	632,89±51,33 ^a	24,33	954,20±348,74 ^a	115,58	706,44±280,94 ^a	168,72
ΣΥΝΟΛΟ ΑΤΟΜΩΝ (N)	9		10		18	

a,b & c: Οι μέσες τιμές σε κάθε γραμμή με διαφορετικό εκθέτη διαφέρουν ($P < 0,05$), με ANOVA.

Πίνακας 3.6: Μέσοι όροι (\bar{x}), τυπικό σφάλμα (se) και συντελεστής ομοιογένειας C.V.% των χαρακτηριστικών του γεννητικού συστήματος των τριών ομάδων εκτρεφόμενων σαλιγκαριών ηλικίας ενός έτους, του είδους *H. aspersa* (F1 γενιά). B.1.1: γεννήτορες εργαστηρίου που γέννησαν, B.1.2: γεννήτορες εργαστηρίου που δεν γέννησαν και B.2: γεννήτορες μονάδας εκτροφής.

ΟΜΑΔΑ ΗΛΙΚΙΑ (ΕΤΗ)	B.1.1		B.1.2		B.2	
	1		1		1	
	$(\bar{x} \pm se)$	C.V.%	$(\bar{x} \pm se)$	C.V.%	$(\bar{x} \pm se)$	C.V.%
Πλάτος κελύφους	23,90±0,64 ^b	10,64	28,93±0,96 ^a	14,04	32,03±0,81 ^a	6,71
Μεγάλη διάμετρος του κελύφους	24,83±0,64 ^c	10,35	30,13±0,94 ^b	13,19	33,85±0,90 ^a	7,05
Βάρος ζώου (κέλυφος και σώμα)	6,63±0,38 ^b	22,92	10,76±0,84 ^a	33,01	10,15±1,76 ^a	45,95
Βάρος σώματος	4,38±0,23 ^c	20,91	6,33±0,48 ^b	32,44	8,27±0,85 ^a	27,25
Μήκος θήκης ακοντίου	10,91±0,35 ^a	12,86	10,37±0,38 ^a	15,73	10,96±0,68 ^a	16,35
Μήκος μαστιγίου	61,73±3,97 ^a	25,70	68,23±2,63 ^a	16,38	67,82±4,24 ^a	16,54
Μήκος σπερματοκύστης	5,01±0,18 ^a	14,42	4,90±0,21 ^a	17,86	4,95±0,18 ^a	9,85
Μήκος αγωγού της σπερματοκύστης	24,15±1,04 ^a	17,26	21,98±0,97 ^a	18,76	23,56±1,01 ^a	11,38
Μήκος βοηθητικού αγωγού της σπερματοκύστης	64,24±2,95 ^a	18,35	64,01±1,85 ^a	12,28	47,40±1,57 ^b	8,74
Διάμετρος σπερματοκύστης	3,10±0,14 ^a	17,89	3,24±0,12 ^a	16,32	3,50±0,19 ^a	14,01
Μήκος σπερματοαγωγού	36,74±1,36 ^b	14,81	37,01±1,68 ^b	19,24	45,06±2,62 ^a	15,37
Μήκος βλεννογόνων αδένων	10,10±0,35 ^a	13,94	8,22±0,31 ^b	16,04	9,98±0,63 ^a	16,73
Μήκος λευκωματογόνου αδένου	22,81±0,98 ^a	17,24	25,31±1,52 ^a	25,49	19,92±1,77 ^a	23,50
Βάρος λευκωματογόνου αδένου (mg)	593,19±54,07 ^b	36,46	962,83±106,77 ^a	47,05	513,71±124,63 ^b	64,19
Βάρος ολικό γεννητικού συστήματος (mg)	1584,31±118,10 ^a	29,82	1975,83±182,73 ^a	39,24	1548,57±275,41 ^a	47,05
ΣΥΝΟΛΟ ΑΤΟΜΩΝ (N)	16		18		7	

a & b: Οι μέσες τιμές σε κάθε γραμμή με διαφορετικό εκθέτη διαφέρουν ($P < 0,05$), με ANOVA.

Πίνακας 3.7: Μέσοι όροι (\bar{x}), τυπικό σφάλμα (se) και συντελεστής ομοιογένειας C.V.% των χαρακτηριστικών του γεννητικού συστήματος των γεννητόρων εργαστηρίου ηλικίας ενός έτους του είδους *H. aspersa* (F1 γενιά). B.1.1: γεννήτορες εργαστηρίου που γέννησαν και B.1.2: γεννήτορες εργαστηρίου που δεν γέννησαν .

ΟΜΑΔΑ	B.1.1		B.1.2	
	1		1	
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	$(\bar{x} \pm se)$	C.V.%	$(\bar{x} \pm se)$	C.V.%
Πλάτος κελύφους	23,90±0,64 ^b	10,64	28,93±0,96 ^a	14,04
Μεγάλη διάμετρος του κελύφους	24,83±0,64 ^b	10,35	30,13±0,94 ^a	13,19
Βάρος ζώου (κέλυφος και σώμα)	6,63±0,38 ^b	22,92	10,76±0,84 ^a	33,01
Βάρος σώματος	4,38±0,23 ^b	20,91	6,33±0,48 ^a	32,44
Μήκος θήκης ακοντίου	10,91±0,35 ^a	12,86	10,37±0,38 ^a	15,73
Μήκος μαστιγίου	61,73±3,97 ^a	25,70	68,23±2,63 ^a	16,38
Μήκος σπερματοκύστης	5,01±0,18 ^a	14,42	4,90±0,21 ^a	17,86
Μήκος αγωγού της σπερματοκύστης	24,15±1,04 ^a	17,26	21,98±0,97 ^b	18,76
Μήκος βοηθητικού αγωγού της σπερματοκύστης	64,24±2,95 ^a	18,35	64,01±1,85 ^a	12,28
Διάμετρος σπερματοκύστης	3,10±0,14 ^a	17,89	3,24±0,12 ^a	16,32
Μήκος σπερματαγωγού	36,74±1,36 ^a	14,81	37,01±1,68 ^a	19,24
Μήκος βλεννογόνων αδένων	10,10±0,35 ^a	13,94	8,22±0,31 ^b	16,04
Μήκος λευκωματογόνου αδένου	22,81±0,98 ^a	17,24	25,31±1,52 ^a	25,49
Βάρος λευκωματογόνου αδένου (mg)	593,19±54,07 ^b	36,46	962,83±106,77 ^a	47,05
Βάρος ολικό γεννητικού συστήματος (mg)	1584,31±118,10 ^a	29,82	1975,83±182,73 ^a	39,24
ΣΥΝΟΛΟ ΑΤΟΜΩΝ (N)	16		18	

a & b: Οι μέσες τιμές σε κάθε γραμμή με διαφορετικό εκθέτη διαφέρουν ($P < 0,05$), με τον έλεγχο t- test.

3.4. Εκτίμηση σταδίου ωρίμανσης

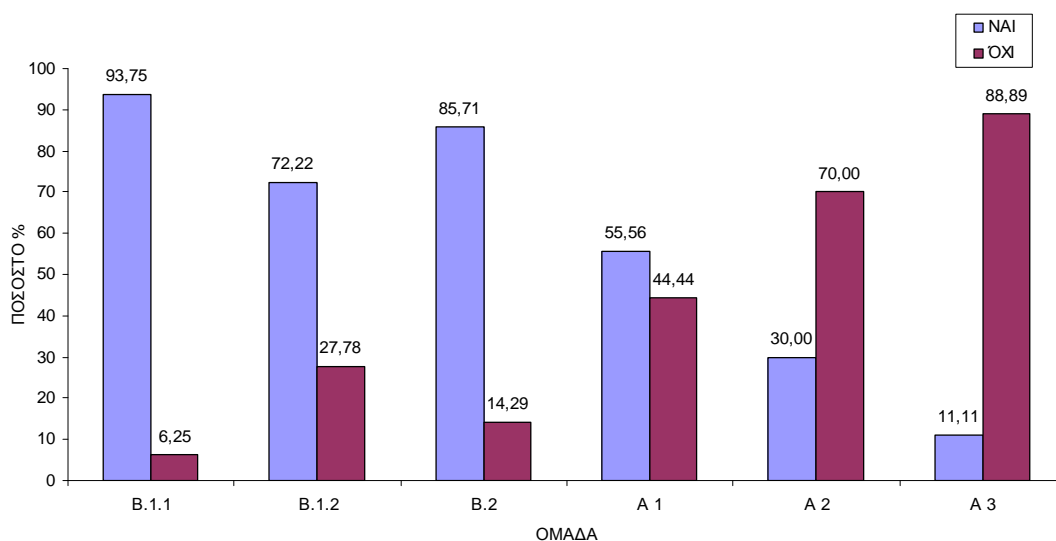
3.4.1. Παρουσία ακόντιου

Το ποσοστό των ζώων που είχαν ακόντιο ήταν μικρό στα τρία δείγματα των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών που εξετάστηκαν. Το μεγαλύτερο ποσοστό βρέθηκε στη πρώτη δειγματοληψία (Πίν. 3.8) και ήταν ίσο με 55,56%, ενώ στα ζώα των 140 ημερών ήταν 30% και στα ζώα των 186 ημερών 11,11%. Στα ζώα ηλικίας ενός έτους το μικρότερο ποσοστό είχαν οι γεννήτορες εργαστηρίου που δεν γέννησαν (B.1.2) ίσο με 72,22% και το μεγαλύτερο οι γεννήτορες εργαστηρίου που γέννησαν (B.1.1) ίσο με 93,75%.

Τα ποσοστά όλων των ομάδων απεικονίζονται και στην Εικόνα 3.17 για το σύνολο των ζώων και τη κάθε ομάδα.

Πίνακας 3.8: Τα ποσοστά των ζώων με ακόντιο ή μη για τους γεννήτορες, τα εκτρεφόμενα και το σύνολο αυτών ξεχωριστά.

ΟΜΑΔΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ % ΣΤΗΝ ΟΜΑΔΑ	
	ΝΑΙ	ΟΧΙ
B.1.1	93,75	6,25
B.1.2	72,22	27,78
B.2	85,71	14,29
A 1	55,56	44,44
A 2	30,00	70,00
A 3	11,11	88,89



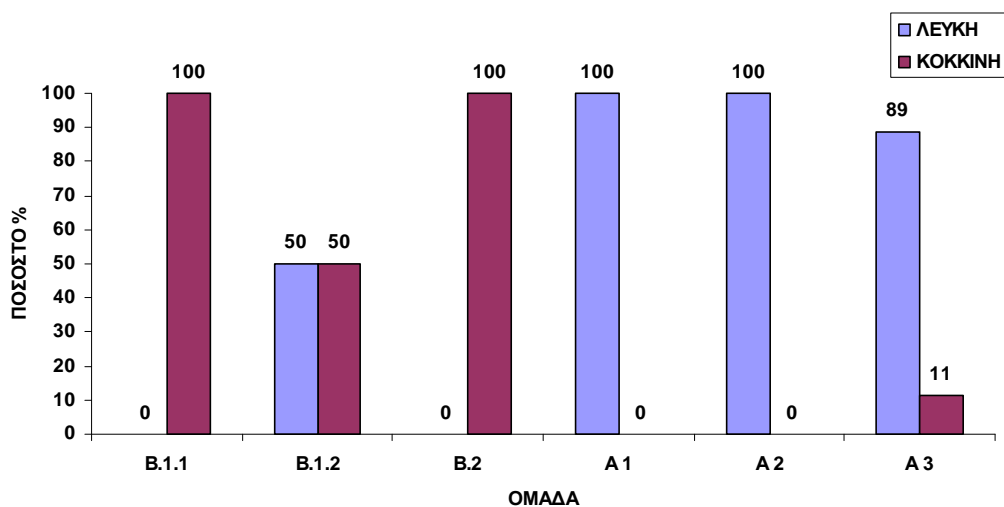
Εικόνα 3.17: Ποσοστό ύπαρξης ή όχι ακοντίου στη κάθε ομάδα.

3.4.2. Σπερματοκύστη

Σε αυτή την εργασία στο στάδιο της ανατομίας έγινε καταγραφή του χρώματος της σπερματοκύστης σε όλα σαλιγκάρια που εξετάστηκαν και τα αποτελέσματα υπολογίστηκαν σε ποσοστά % για τη κάθε ομάδα στο σύνολο και στη κάθε ομάδα ξεχωριστά. Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3.18 σε κάθε ομάδα των εξεταζόμενων ζώων το μεγαλύτερο ποσοστό κόκκινου χρώματος που ήταν 100% είχαν τα ζώα ενός έτους από τη μονάδα εκτροφής (B.2) και οι γεννήτορες εργαστηρίου που γέννησαν (B.1.1), ενώ οι γεννήτορες εργαστηρίου που δεν γέννησαν (B.1.2) είχαν 50% (Πίν. 3.9). Αντιθέτως από τα παχυνομένα ζώα σχεδόν όλα είχαν λευκή σπερματοκύστη και μόνο σε δύο ζώα ηλικίας 186 ημερών βρέθηκε σπερματοκύστη με ελαφρώς ροζ χρώμα (2,56%).

Πίνακας 3.9: Τα ποσοστά των ζώων με λευκή ή κόκκινη σπερματοκύστη για τους γεννήτορες, τα εκτρεφόμενα και το σύνολο αυτών ξεχωριστά.

ΟΜΑΔΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ % ΣΤΑ 78 ΖΩΑ		ΠΟΣΟΣΤΟ % ΣΤΗΝ ΟΜΑΔΑ	
	ΛΕΥΚΗ	ΚΟΚΚΙΝΗ	ΛΕΥΚΗ	ΚΟΚΚΙΝΗ
B.1.1	0,00	20,51	0,00	100,00
B.1.2	11,54	11,54	50,00	50,00
B.2	0,00	8,97	0,00	100,00
A 1	11,54	0,00	100,00	0,00
A 2	12,82	0,00	100,00	0,00
A 3	20,51	2,56	88,89	11,11
ΣΥΝΟΛΟ	56,41	43,59		



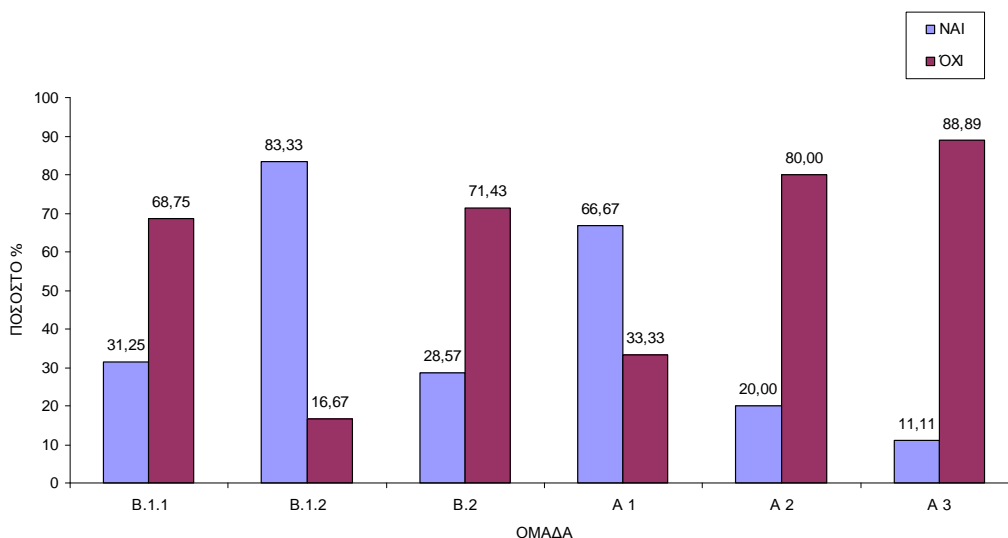
Εικόνα 3.18: Ποσοστό ερυθρού χρώματος σπερματοκύστης στη κάθε ομάδα.

3.4.3. Χείλος περιστομίου

Το ποσοστό των σαλιγκαριών με γυρισμένο περιστόμιο, ένα χαρακτηριστικό που αποτελεί ένδειξη για την ωρίμανση του γεννητικού συστήματος, ήταν υψηλό στους γεννήτορες ηλικίας ενός έτους που δεν γέννησαν (B.1.2) (19,23%) και μικρό στα εκτρεφόμενα σαλιγκάρια των 140 και 186 ημερών (2,56%). Επίσης, το ίδιο ισχύει και για το ποσοστό στη κάθε ομάδα με 83,33% και 11,11% για τους γεννήτορες εργαστηρίου που δεν γέννησαν (B.1.2) και τα ζώα των 186 ημερών αντίστοιχα (Πίν. 3.10). Αντίθετα, για τα ζώα εκτροφής ηλικίας 108 ημερών (A2) το ποσοστό ήταν υψηλότερο (66,67%) μέσα στην ομάδα από ότι στο σύνολο. Η απεικόνιση των ποσοστών στη κάθε ομάδα φαίνεται στην Εικόνα 3.19.

Πίνακας 3.10: Ποσοστό γυρισμένου περιστομίου για τα ζώα κάθε ομάδας στο σύνολο και στη κάθε ομάδα.

ΟΜΑΔΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ % ΣΤΑ 78 ΖΩΑ		ΠΟΣΟΣΤΟ % ΣΤΗΝ ΚΑΘΕ ΟΜΑΔΑ	
	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ
B 1.1	6,41	14,10	31,25	68,75
B 1.2	19,23	3,85	83,33	16,67
B 2	2,56	6,41	28,57	71,43
A 1	7,69	3,85	66,67	33,33
A 2	2,56	10,26	20,00	80,00
A 3	2,56	20,51	11,11	88,89



Εικόνα 3.19: Απεικόνιση του ποσοστού γυρισμένου περιστομίου στη κάθε ομάδα ζώων.

3.4.4. Δείκτης Ωρίμανσης

Ο δείκτης ωρίμανσης ή **γοναδοσωματικός δείκτης (G.S.I.)** όπως φαίνεται στο Πίνακα 3.11, υπολογίστηκε αρχικά από το ποσοστό του βάρους του γεννητικού συστήματος (B.Γ.Σ.) στο βάρος σώματος (B.Σ.) και στο βάρος του ζώου (B.Z.). Από τα σαλιγκάρια ηλικίας ενός έτους οι γεννήτορες εργαστηρίου που γέννησαν (B.1.1), είχαν τη μεγαλύτερη μέση τιμή 35,71%, και διέφεραν στατιστικά σημαντικά (ANOVA, $F=11,36$, $P<0,001$) με τους γεννήτορες από τη μονάδα εκτροφής (B.2) που είχαν τη μικρότερη τιμή (18,29%). Ενώ, οι τρεις ομάδες διαφορετικής ηλικίας των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών δεν διέφεραν μεταξύ τους ωστόσο, είχαν τις μικρότερες μέσες τιμές στο σύνολο των ζώων και τα ζώα των 108 ημερών είχαν τη μικρότερη (10,08%).

Ο μεγαλύτερος λόγος του βάρους γεννητικού συστήματος (B.Γ.Σ.) προς το βάρος του ζώου (B.Z.) ήταν για τα ζώα ηλικίας ενός έτους από τη μονάδα

εκτροφής (B.2) (34,77%), ενώ ο μικρότερος για τα εκτρεφόμενα ζώα ηλικίας 108 ημερών (5,41%).

Πίνακας 3.11: Καταγραφή του γονοδοσωματικού δείκτη (GSI), που προέκυψε μετά από μετρήσεις βάρους του γεννητικού συστήματος και του βάρους σώματος με και χωρίς το κέλυφος, για τα 78 ζώα στα οποία έγινε ανατομία. (όπου Β.Σ: βάρος σώματος, Β.Ζ.: βάρος ζώου, Β.Γ.Σ.: βάρος γεννητικού συστήματος χωρίς τη γονάδα).

	ΔΕΙΚΤΗΣ (GSI)	Β.Γ.Σ./Β.Σ. % (g/g)	Β.Γ.Σ./ Β.Ζ. % (g/g)
ΗΛΙΚΙΑ	ΟΜΑΔΑ	$(\bar{x} \pm se)$	$(\bar{x} \pm se)$
1 Έτος	B.1.1	35,71±1,92^a	23,62±1,18 ^{a,b}
	B.1.2	30,88±1,49 ^{a,b}	18,18±0,78 ^{a,b}
	B.2	18,29±1,80 ^{b,c}	34,77±23,37^a
108 ημερών	A1	10,08±0,99^c	5,41±0,53^b
140 ημερών	A2	13,11±4,40 ^c	8,18±2,73 ^{a,b}
186 ημερών	A3	11,92±4,84 ^c	7,77±2,90 ^b

a, b & c: Οι μέσες τιμές σε κάθε στήλη με διαφορετικό εκθέτη διαφέρουν ($P < 0,05$), με ANOVA.

Πίνακας 3.12: Καταγραφή δεικτών ωρίμανσης του γεννητικού συστήματος, που προέκυψαν μετά από μετρήσεις βάρους του λευκωματογόνου αδένα (ξεχωριστά), και του βάρους σώματος με και χωρίς το κέλυφος, για τα 78 ζώα στα οποία έγινε ανατομία. (όπου Β.Λ: βάρος λευκωματογόνου αδένα, Β.Σ. : βάρος σώματος, Β.Ζ.: βάρος ζώου, Β.Γ.Σ.: βάρος γεννητικού συστήματος χωρίς τη γονάδα).

	ΔΕΙΚΤΗΣ	Β.Λ./ Β.Γ.Σ. % (g/g)	Β.Λ./Β.Σ. % (g/g)	Β.Λ./Β.Ζ. % (g/g)
ΗΛΙΚΙΑ	ΟΜΑΔΑ	$(\bar{x} \pm se)$	$(\bar{x} \pm se)$	$(\bar{x} \pm se)$
1 Έτος	B.1.1	36,89±1,32 ^{a,b}	13,28±0,96 ^{a,b}	8,74±0,56 ^a
	B.1.2	46,36±2,61 ^a	14,36±1,03^a	8,43±0,56 ^a
	B.2	31,19±3,50^b	5,85±0,96 ^{b,c}	11,63±8,04^a
108 ημ.	A1	47,21±3,05^{a,b}	4,84±0,61^c	2,59±0,32^a
140 ημ.	A2	40,56±30,36 ^{a,b}	5,79±2,19 ^c	3,58±1,34 ^a
186 ημ.	A3	37,93±3,37 ^{a,b}	5,50±2,45 ^c	3,58±1,48 ^a

a, b & c: Οι μέσες τιμές σε κάθε στήλη με διαφορετικό εκθέτη διαφέρουν ($P < 0,05$), με ANOVA.

Ο λόγος του βάρους του λευκωματογόνου αδένα (B.Λ.) προς το βάρος σώματος (B.Σ.) όπως και ως προς το συνολικό βάρος του ζώου (B.Ζ.), εκφρασμένο σε ποσοστό επί τις εκατό, μετά από την Ανάλυση Διακύμανσης (ANOVA) μεταξύ των ομάδων, έδειξε ότι για τα ζώα ενός έτους από τη μονάδα εκτροφής (B.2) διέφερε στατιστικά σημαντικά (ANOVA, $F=6,8$, $P<0,001$, $n=78$) από τις άλλες ομάδες ζώων. Οι γεννήτορες εργαστηρίου που δεν γέννησαν (B.1.2) είχαν και τη μεγαλύτερη μέση τιμή 14,36%, ενώ τα εκτρεφόμενα σαλιγκάρια διαφορετικής ηλικίας είχαν τις μικρότερες μέσες τιμές με τη μικρότερη μέση τιμή (4,84%) είχαν τα νεότερα σε ηλικία (108 ημερών).

Τέλος όταν υπολογίστηκε το ποσοστό του βάρους του λευκωματογόνου (B.Λ.) αδένα στο ολικό βάρος του γεννητικού συστήματος (B.Γ.Σ.) (Πίν. 3.12) έδειξε ότι διέφερε στατιστικά σημαντικά (ANOVA, $F=3,14$, $P=0,0128$) μεταξύ των ομάδων και κυμάνθηκε από 31,19% (για την B.2) έως 47,21% (για τα ζώα 108 ημερών του διχτυοκηπίου).

3.5. Συσχέτιση του Γεννητικού Συστήματος με τα Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά.

Ο συντελεστής συσχέτισης r της μεγάλης διαμέτρου του κελύφους με το υγρό βάρος του ζώου ήταν 0,80, με το πλάτος κελύφους ήταν 0,97. Ο συντελεστής συσχέτισης r του βάρους του ζώου με το πλάτος κελύφους ήταν 0,79 (Πίν. 3.13). Στους Πίνακες 3.13 και 3.14 δίνονται οι συντελεστές συσχέτισης ανάμεσα στα χαρακτηριστικά του γεννητικού συστήματος και τη μεγάλη διάμετρο του κελύφους και το υγρό βάρος W του ζώου αντίστοιχα.

Τα χαρακτηριστικά του γεννητικού συστήματος δεν εμφάνισαν συσχέτιση με το μέγεθος και το βάρος του ζώου εκτός από το μήκος του σπερματοαγωγού (Πίν. 3.14).

Πίνακας 3.13: Συσχέτιση της Μεγάλης Διαμέτρου του κελύφους (mm) με τα χαρακτηριστικά του γεννητικού συστήματος, με * σημειώνονται οι στατιστικά σημαντικοί συντελεστές συσχέτισης και NS: μη στατιστικά σημαντικό (Spearman's test, Sig. (2-tailed) <0,01).

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ Α [Μεγάλη διάμετρος του κελύφους (mm)]			
A/A	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ r	ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ
1	Βάρος ζώου (κέλυφος και σώμα)	0,80	*
2	Πλάτος κελύφους	0,97	*
3	Μήκος θήκης ακοντίου	0,01	NS
4	Μήκος μαστιγίου	0,11	NS
5	Μήκος σπερματοκύστης	0,14	NS
6	Μήκος αγωγού της σπερματοκύστης	0,09	NS
7	Μήκος βοηθητικού σωλήνα της σπερματοκύστης	-0,11	NS
8	Διάμετρος σπερματοκύστης	0,12	NS
9	Μήκος σπερματοαγωγού	0,33	*
10	Μήκος βλεννογόνων αδένων	-0,05	NS
11	Μήκος λευκωματογόνου αδένου	0,17	NS
12	Βάρος λευκωματογόνου αδένου	0,21	NS
13	Βάρος ολικό γεννητικού συστήματος	0,19	NS

Πίνακας 3.14: Συσχέτιση του Βάρους (g) ζώου με τα χαρακτηριστικά του γεννητικού συστήματος, με * σημειώνονται οι στατιστικά σημαντικοί συντελεστές συσχέτισης και NS: μη στατιστικά σημαντικό (Spearman's test, Sig. (2-tailed) <0,01).

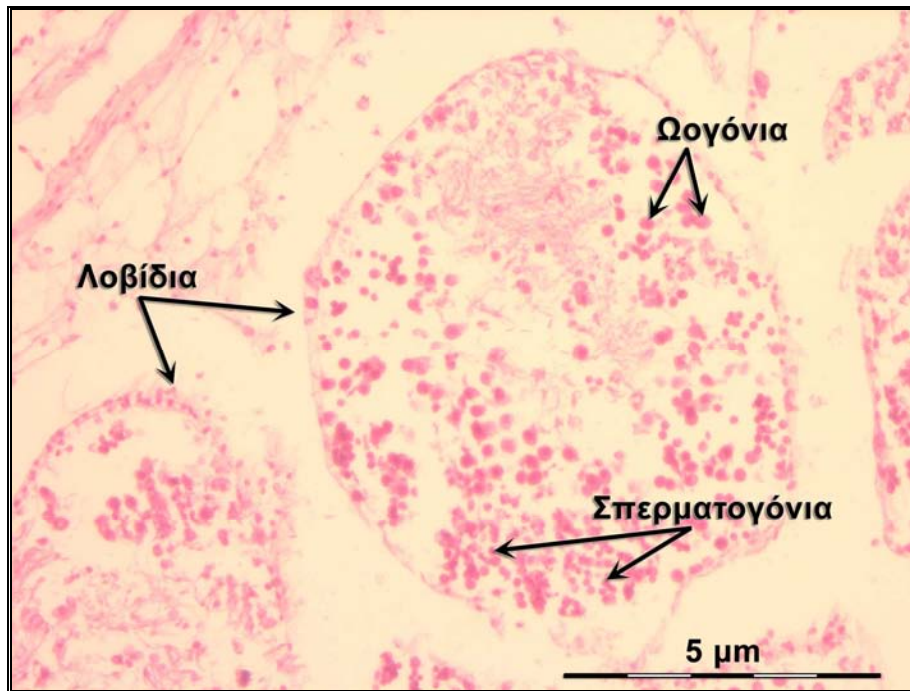
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ Β [Βάρος ζώου (κέλυφος και σώμα) (g)]			
A/A	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ r	ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ
1	Πλάτος κελύφους	0,79	*
2	Μήκος θήκης ακοντίου	-0,08	NS
3	Μήκος μαστιγίου	-0,02	NS
4	Μήκος σπερματοκύστης	0,13	NS
5	Μήκος αγωγού της σπερματοκύστης	0,03	NS
6	Μήκος βοηθητικού σωλήνα της σπερματοκύστης	-0,12	NS
7	Διάμετρος σπερματοκύστης	0,08	NS
8	Μήκος σπερματοαγωγού	0,27	NS
9	Μήκος βλεννογόνων αδένων	-0,13	NS
10	Μήκος λευκωματογόνου αδένου	0,20	NS
11	Βάρος λευκωματογόνου αδένου	0,17	NS
12	Βάρος ολικό γεννητικού συστήματος	0,10	NS

3.6. Ιστολογική μελέτη της γονάδας.

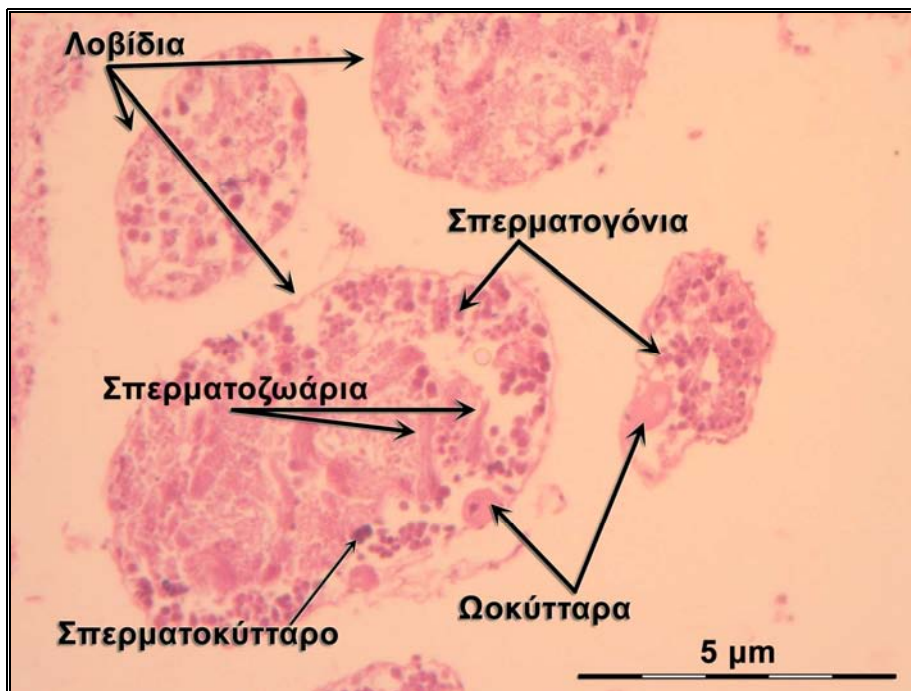
Η μικροσκοπική εξέταση των διαδοχικών τομών της γονάδας του *H. aspersa* έδειξε ότι στα εκτρεφόμενα σαλιγκάρια ηλικίας 108 ημερών η γονάδα περιείχε σπερματογόνια και ωογόνια. Στην Εικόνα 3.20 διακρίνονται σπερματογόνια και ωογόνια. Για το σύνολο των γονάδων από τα ζώα των 140 ημερών, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3.21, βρέθηκε ότι υπάρχουν ωοκύτταρα που περιβάλλονται από ωοθυλάκια και έχουν πλησιάσει τη περιφέρεια των λοβιδίων, σπερματογόνια σε μεγάλο αριθμό και σπερματοκύτταρα που τείνουν να μετατραπούν σε σπερματίδες.

Στις τομές των γονάδων εκτρεφόμενων σαλιγκαριών ηλικίας 186 ημερών διακρίναμε λοβίδια και σε κάθε λοβίδιο υπήρχαν σπερματοκύτταρα, σπερματίδες, σπερματογόνια και ωάριο που άρχιζε να εξέρχεται από το ωοθυλάκιο στο εσωτερικό του λοβιδίου της γονάδας (Εικ. 3.22).

Όσον αφορά τους γεννήτορες του εργαστηρίου που γέννησαν (B.1.1) και αυτούς που δεν γέννησαν (B.1.2), όπως και αυτούς από τη μονάδα εκτροφής (B.2), για όλες τις τομές των γονάδων τους που έγινε ιστολογική μελέτη (Εικ. 3.23 και 3.24) υπήρχαν σπερματογόνια και ωοκύτταρα που διατάσσονταν στη περιφέρεια του λοβιδίου.



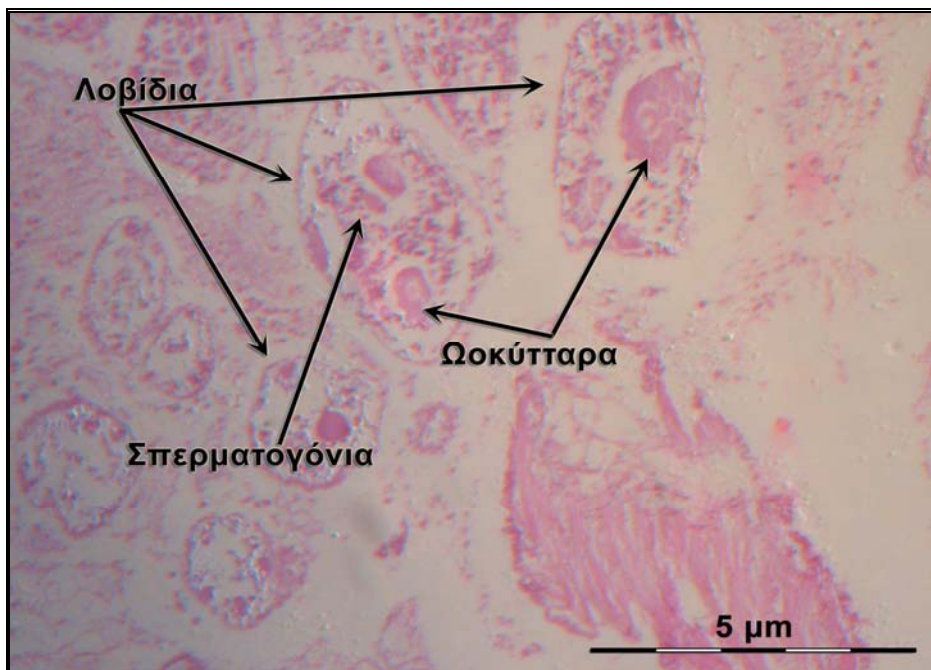
Εικόνα 3.20: Σπερματογόνια και ωογόνια σε γονάδα ανώριμου ζώου ηλικίας 108 ημερών.



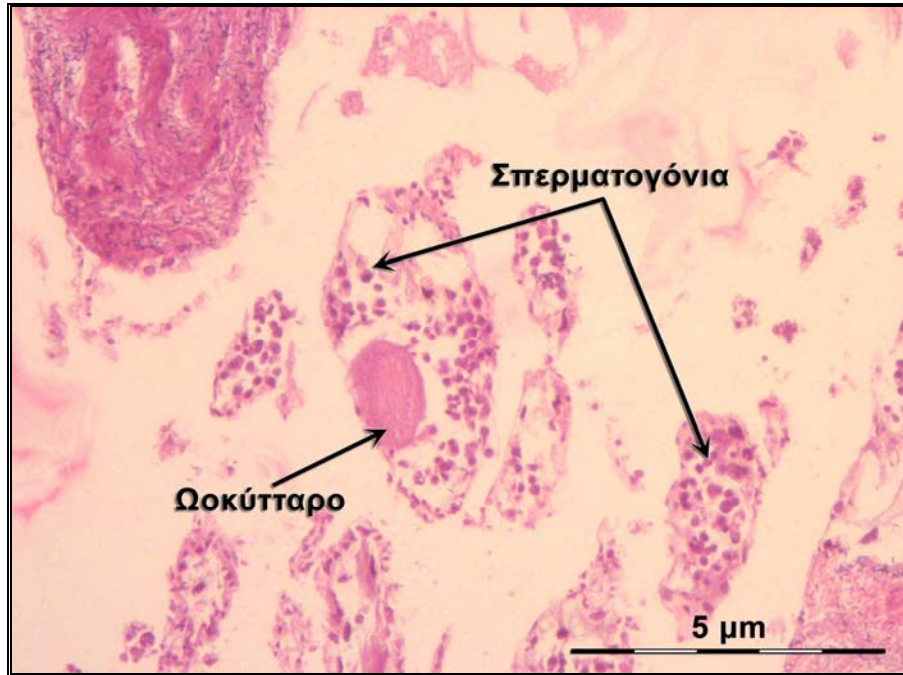
Εικόνα 3.21: Ωοκύτταρα που προσεγγίζουν τη περιφέρεια των λοβιδίων, σπερματοζωάρια, σπερματογόνια και σπερματοκύτταρα σε γονάδα ανώριμου ζώου ηλικίας 140 ημερών.



Εικόνα 3.22: Σπερματογόνια, σπερματίδες και ωάριο με πυρήνα μέσα στο ωοκύτταρο που εξέρχεται στο εσωτερικό του λοβιδίου σε γονάδα ανώριμου ζώου ηλικίας 186 ημερών.



Εικόνα 3.23: Σπερματογόνια και ωοκύτταρα που διατάσσονται στη περιφέρεια του λοβιδίου σε γονάδα ώριμου ζώου ηλικίας ενός έτους.



Εικόνα 3.24: Σπερματογόνια και ωοκύτταρα που διατάσσονται στη περιφέρεια του λοβιδίου σε γονάδα ώριμου ζώου ενός έτους.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στόχος αυτής της εργασίας ήταν να καταγραφούν και να μελετηθούν τα στάδια ανάπτυξης του αναπαραγωγικού συστήματος των σαλιγκαριών *H. aspersa* (F1 γενιάς) σε σχέση με το ρυθμό αύξησης των εκτρεφόμενων ζώων.

Η μελέτη αποτελεί συνέχεια προηγούμενων ερευνών στο εργαστήριο Ιχθυολογίας –Υδροβιολογίας του Τμήματος Γεωπονίας Ζωικής Παραγωγής Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Επίσης, είναι η πρώτη εργασία καταγραφής της ανάπτυξης του αναπαραγωγικού συστήματος που γίνεται για παχυνόμενα ζώα *H. aspersa* (F1γενιάς) σε μονάδα εντατικής εκτροφής, καθώς παρόμοιες έρευνες έχουν γίνει μόνο σε ζώα που μεγαλώνουν σε πλήρως ελεγχόμενες συνθήκες στο εργαστήριο.

4.1. Πάχυνση

Ο γόνος παρέμεινε στο εργαστήριο εκτροφής σε εντατικές συνθήκες (προπάχυνση) για δύο μήνες και αυξήθηκε με ρυθμό 0,125 mm/ημέρα (μέση διάμετρος 8,65 mm και βάρος 0,946 g). Στα μέσα Ιουνίου τα ζώα μεταφέρθηκαν στη μονάδα εκτροφής όπου και παρέμειναν για 4 μήνες μέχρι που έφτασαν σε μέσο μέγεθος τα 26,07 mm και 4,56 g (Πίν. 4.1). Το μέγιστο βάρος αυτών ήταν 8,891 g σε ποσοστό 30,22% στο σύνολο των ζώων τις τελευταίας μέτρησης.

Η αύξηση αυτή των ζώων στη διάρκεια παραμονής τους στο εργαστήριο σε συνθήκες άνοιξης συμφωνεί με τους Jess and Marks (1998) από τους οποίους παρατηρήθηκε ότι στα ζώα που τοποθετούταν στους 20°C και L:D 16:8, τα σαλιγκάρια *Helix aspersa* var. *maxima* μεγάλωναν πιο πολύ και πιο γρήγορα σε

σχέση με συνθήκες χαμηλότερης θερμοκρασίας (15°C) ή με έλλειψη φωτός. Στο παρόν πείραμα τα ζώα είχαν ρυθμό ανάπτυξης 0,120 mm/d, ελάχιστα μικρότερο με αυτόν του εργαστηρίου 0,125 mm/d από τη στιγμή που τοποθετήθηκαν στη μονάδα εκτροφής όπου το φως διαρκούσε το ίδιο αλλά δεν είχε την ίδια ένταση.

Κατά τους Begg and Mcinness (2003) η μεταφορά του γόνου του σαλιγκαριού *H. aspersa* πρέπει να γίνεται από εργαστηριακές συνθήκες σε αυτές της εκτατικής εκτροφής στη περιοχή της Ιταλίας, στους τρεις μήνες μετά τη γέννηση τους (αρχές Ιουνίου), για να μην εκτίθενται τα ζώα σε αντίξοες καιρικές συνθήκες και υπάρξει μεγάλη θνησιμότητα. Στην παρούσα μελέτη η μεταφορά του γόνου έγινε όταν ήταν δύο μηνών, στα μέσα του Ιουνίου επειδή δεν εκτίθενται σε αντίξοες συνθήκες, και έφτασε σε εμπορεύσιμο μέγεθος στους επόμενους τέσσερις μήνες, δηλαδή όταν τα ζώα ήταν έξι μηνών.

Οι Lazaridou- Dimitriadou *et al.*, (1998) αναφέρουν ότι ο ημερήσιος ρυθμός αύξησης στο ίδιο είδος ήταν 0.17 mm/d σε εντατική εργαστηριακή εκτροφή.

Σύμφωνα με τους Κουκουμίδη (1999) και Λέκκα (2000), που παρακολούθησαν την αύξηση για την F1 γενιά των σαλιγκαριών *H. aspersa*, τα έφτασαν στην γεννητική ωριμότητα σε ένα χρόνο σχεδόν από το ανώριμο στάδιο διαμέτρου 7,23 mm σε αυτό των 30,50 mm και για το υγρό βάρος αντίστοιχα από 0,14 g στα 7,31 g. Οι συνθήκες ήταν άνοιξης, καλοκαιριού φθινοπώρου και χειμώνα όπου τα ζώα βρισκόταν σε κατάσταση χειμέριας νάρκης, με ημερήσιο ρυθμό αύξησης 0,19 mm/d. Ο Τσιρογιάννης (2004) παρακολούθησε την αύξηση του ίδιου είδους (F1 γενιά Κορίνθου) από την εκκόλαψη έως το πέμπτο μήνα ζωής στο εργαστήριο σε συνθήκες εντατικής εκτροφής (L:D 13:11, 20±1 °C, 90±5% R.H.). Ο ρυθμός αύξησης ήταν 0,15 mm/d και το τελικό βάρος και

μέγεθος ήταν 9,81 g και 30,44 mm (σε 5 μήνες). Ενώ, στην παρούσα διατριβή ο γόνος είχε χαμηλότερο ρυθμό ημερήσιας αύξησης 0,12 mm/d, αυτή η διαφορά πιθανώς οφείλεται στις διαφορετικές συνθήκες εκτροφής των ζώων μεταξύ των δύο πειραμάτων.

Κατά τους Dupont- Nivet *et al.*, (2000), οι οποίοι μετέφεραν γόνο ηλικίας 1 ½ μήνα από το εργαστήριο σε μονάδα εντατικής εκτροφής, αναφέρουν ότι από τη σύγκριση της F1 γενιάς με F2 και F3, μόνο η F1 γενιά φτάνει στο μεγαλύτερο βάρος ανά άτομο μέσα στο ίδιο χρονικό διάστημα εκτροφής με τις άλλες δύο γενιές. Δηλαδή, μπορεί να επιφέρει τη μέγιστη βιομάζα σαλιγκαριών με το μικρότερο κόστος, με ημερήσιο ρυθμό αύξησης βάρους 0,10 g/d. Ο ρυθμός αυτός, είναι μεγαλύτερος από αυτόν που υπολογίστηκε στο διχτυοκήπιο 0,06 g/d για τα ζώα του παρόντος πειράματος, συνεπώς η αύξηση της βιομάζας διήρκησε περισσότερο.

Από τα ιστογράμματα συχνότητας μεγεθών της μεγάλης διαμέτρου του κελύφους και του βάρους των ζώων, παρατηρήθηκε ότι από τις αρχές Σεπτεμβρίου το 50% των ζώων είχαν μέγεθος και βάρος 26-28 mm και 5-6 g αντίστοιχα. Μεγάλα ζώα ωστόσο που έχουν φτάσει σε εμπορεύσιμο μέγεθος είχαμε από τα μέσα Ιουλίου, αυτά αποτελούν το 7,14% των ζώων και είναι ηλικίας 4 μηνών. Τον Αύγουστο το ποσοστό ήταν 35% και αυξανόταν συνεχώς με το χρόνο.

Η ανομοιογένεια των μετρήσεων τόσο για το βάρος όσο και για τη διάμετρο συμπίπτει με τους Κουκουμίδη (1999) και Λέκκα (2000), όπου αρχικά ήταν μικρή, στη συνέχεια αυξήθηκε απότομα και μετά μειώθηκε σταδιακά. Αυτό πιθανώς, συνέβη λόγω τις επιλογής των νεοεκκολαπτόμενων ζώων αρχικά, και την

προσαρμογή των ζώων στις συνθήκες εκτροφής στη συνέχεια σε όλο και μεγαλύτερο βαθμό.

4.1.1. Χρόνος μέχρι το εμπορεύσιμο μέγεθος

Τα ζώα του παρόντος πειράματος έφτασαν σε εμπορεύσιμο μέγεθος στους 4 μήνες, σε ημιελεγχόμενες συνθήκες στο διχτυοκήπιο, σε ποσοστό 7,14% του συνόλου των παχυνόμενων ζώων. Και στους 5 και 6 μήνες σε ποσοστό 35% και 42% αντίστοιχα.

Στις ανοιχτές εκτροφές κατά τους Begg and Mcinness (2003), η ανάπτυξη των ζώων μέχρι το εμπορεύσιμο μέγεθος, απαιτεί 10 έως 12 μήνες από τη γέννησή τους. Σύμφωνα με τους Κουκουμίδη (1999) και Λέκκα (2000), τα ζώα αυτά έφτασαν σε εμπορεύσιμο μέγεθος ($25 \text{ mm} \leq D \leq 30 \text{ mm}$) στους 2,5 μήνες σε εντατική εργαστηριακή εκτροφή. Σε όμοιες συνθήκες οι Lazaridou- Dimitriadou *et al.*, (1998) αναφέρουν ότι τα ζώα είχαν εμπορεύσιμο μέγεθος στην ηλικία των δύομιση μηνών περίπου, ενώ ο Τσιρογιάννης (2004) παρατήρησε τα ζώα να φτάνουν σε εμπορεύσιμο μέγεθος στους πέντε μήνες.

Πίνακας 4.1: Πάχυνση των ζώων για διάφορες συνθήκες εκτροφής.

ΤΡΟΦΗ	ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΣΥΝΩΣΤΙΣΜΟΣ	ΡΥΘΜΟΣ ΑΥΞΗΣΗΣ	ΑΡΧΙΚΑ	ΤΕΛΙΚΑ	ΧΡΟΝΟΣ ΜΕΧΡΙ ΤΟ ΕΜΠΟΡΕΥΣΙΜΟ ΜΕΓΕΘΟΣ (D ₂₅ ≥ 25 mm)	ΑΝΑΦΟΡΑ
				ΒΑΡΟΣ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	ΒΑΡΟΣ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ		
ΧΟΡΤΑ, ΔΗΜΗΤΡΙΑΚΑ, ΑΛΛΑ ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	ΑΝΟΙΧΤΗ (ΧΕΙΜΩΝΑ ΣΕ ΧΕΙΜΕΡΙΑ ΝΑΡΚΗ, ΑΝΟΙΞΗ, ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ, ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ)	25 ΖΩΑ/m ²				10-12 ΜΗΝΕΣ	Begg and Mcinness (2003)
ΤΕΧΝΗΤΟ ΣΙΤΗΡΕΣΙΟ	ΚΛΕΙΣΤΗ- ΕΝΤΑΤΙΚΗ (L:D 16:8, 20 °C, 75% R.H.)	190 ΖΩΑ/m ² 10 ΖΩΑ/1500 cm ³				10-17 ΕΒΔΟΜΑΔΕΣ	Jess and Marks (1998)
ΤΕΧΝΗΤΟ ΣΙΤΗΡΕΣΙΟ	ΚΛΕΙΣΤΗ: 1 ΕΒΔ. (L:D 10:14, 5±1 °C, ~30% R.H.), 3 ΜΗΝ. (L:D 13:11, 20±1 °C, 90±5% R.H.), 1 ΕΒΔ. (L:D 14:10, 25±1 °C, 0% R.H.), 5 ΜΗΝΕΣ (L:D 11:13, 20±1 °C, 90±5% R.H.)	ΤΑ ΑΝΩΡΙΜΑ: 20 ΖΩΑ/2400 cm ³ ή 667 ΖΩΑ/m ² ΤΑ ΩΡΙΜΑ: 10 ΖΩΑ/12000cm ³	0,17 mm/d 0,05 g/d	0,14 g 7.23 mm	7.31 g 30.50 mm	~2,5 ΜΗΝΕΣ	Κουκουμίδης (1999)
ΤΕΧΝΗΤΟ ΣΙΤΗΡΕΣΙΟ	ΚΛΕΙΣΤΗ- ΕΝΤΑΤΙΚΗ (L:D 16:8, 20 °C, 70% R.H.)	350 ΖΩΑ/m ²	0,10 g/d	1,92 - 2,12 g	8,61 g	9 ΕΒΔΟΜΑΔΕΣ	Dupont- Nivet et al., (2000)
ΤΕΧΝΗΤΟ ΣΙΤΗΡΕΣΙΟ	2 ΜΗΝΕΣ (L:D 13:11, 20 °C, 90% R.H.), 4 ΜΗΝΕΣ ΗΜΙΕΛΓΧΟΜΕΝΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΔΙΧΤΥΟΚΗΠΙΟΥ (L:D 13:11, 22 °C, 75% R.H.)	1150 ΖΩΑ/360000 cm ³	0,125 mm/d ή 0,0625 g/d	0,05 g 4,5 mm	4.96 g 26.07 mm	3,5- 4 ΜΗΝΕΣ	Δεσποτοπούλου (αδημοσίευτη)*
ΤΕΧΝΗΤΟ ΣΙΤΗΡΕΣΙΟ	ΚΛΕΙΣΤΗ (ΧΕΙΜΩΝΑ, ΑΝΟΙΞΗ, ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ, ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ)	10 ΖΩΑ/ 3840 cm ³	0,17 mm/d 0,05 g/d	0,14 g 7.23 mm	7.31 g 30.50 mm	2.5 ΜΗΝΕΣ	Λέκκα (2000)
ΤΕΧΝΗΤΟ ΣΙΤΗΡΕΣΙΟ	ΚΛΕΙΣΤΗ (ΓΟΝΟΣ 3 ΜΗΝΕΣ: L:D 13:11, 20 °C, 90% R.H., / 1 ΕΒΔ: L:D 14:10, 25 °C, 30% R.H.,/ 1-1 ½ ΜΗΝΑ: L:D 11:13, 20 °C, 90% R.H.,)	10 ΖΩΑ/ 2560 cm ³	0,17 mm/d	17,85 mm	7,78 g 30,89 mm	2,5 ΜΗΝΕΣ	Lazaridou-Dimitriadou <i>et al.</i> , (1998)
ΤΕΧΝΗΤΟ ΣΙΤΗΡΕΣΙΟ	ΚΛΕΙΣΤΗ: (L:D 13:11, 20±1 °C, 90±5% R.H.)	59 ΖΩΑ/12000 cm ³	0,15 mm/d	0,11 g 7.22 mm	9.81 g 30.44 mm	5 ΜΗΝΕΣ	Τσιρογιάννης (2004)

*Η παρούσα διατριβή.

4.2. Σύγκριση ηλικιακών ομάδων

Από τις συγκρίσεις που έγιναν για τις τρεις διαφορετικές ηλικίες (108, 140 και 186 ημερών ή 3 ½, 4 ½ και 6 μηνών), των **εκτρεφόμενων σαλιγκαριών** παρατηρήθηκε ότι δεν διέφεραν ως προς το μέγεθος του κελύφους και το βάρος σώματος αλλά διαφέρουν στο συνολικό βάρος ζώου με τα ζώα των 108 ημερών (ή 3 ½ μηνών) να είναι πιο βαριά, ενώ αυτά των 186 ημερών (ή 6 μηνών) να είναι τα πιο ελαφριά σε σχέση με αυτά των άλλων δύο ηλικιακών ομάδων. Η σύγκριση των παραπάνω ζώων και ως προς τα **χαρακτηριστικά του γεννητικού συστήματος** έδειξε ότι διαφέρουν και τα ζώα των 186 ημερών είχαν τις μικρότερες τιμές. Εκτός από το βάρος του λευκωματογόνου αδένα και το βάρος του γεννητικού συστήματος όπου οι τρεις ηλικιακές ομάδες βρέθηκαν όμοιες. Ενώ, τα ζώα των 108 ημερών εμφάνιζαν τη μικρότερη **ανομοιογένεια** για όλα τα χαρακτηριστικά του γεννητικού συστήματος από τις άλλες δύο ομάδες. Πιθανώς να οφείλεται στη προσαρμογή των ζώων στη μονάδα εκτροφής. Παρόλα αυτά τα ζώα των 186 ημερών είχαν πιο ευδιάκριτο γεννητικό σύστημα (καλύτερη συνοχή και καλύτερη απομόνωση) σε σχέση με αυτό των 140 ημερών και περισσότερο από αυτά των 108 ημερών. Αυτό συμπίπτει με το αποτέλεσμα της εργασίας των Gomot and Enee (1980) που βρέθηκε, ότι υπάρχει συσχέτιση του ρυθμού ανάπτυξης σώματος και της διαφοροποίησης του γεννητικού συστήματος. Δηλαδή τα ζώα που μεγάλωσαν πιο αργά είχαν και λιγότερο ανεπτυγμένο γεννητικό σύστημα σε σύγκριση με ζώα μικρότερης ηλικίας αλλά ίδιου μεγέθους.

Από τη σύγκριση των μορφολογικών χαρακτηριστικών και των χαρακτηριστικών του γεννητικού συστήματος, για τους **γεννήτορες** ηλικίας

ενός έτους του εργαστηρίου της F1 γενιάς που γέννησαν (B.1.1) και που δεν γέννησαν (B.1.2) βρέθηκε ότι στα εξωτερικά χαρακτηριστικά διέφεραν μεταξύ τους. Οι γεννήτορες που δεν γέννησαν (B.1.2) ήταν μεγαλύτερα ζώα από τους γεννήτορες που γέννησαν (B.1.1), ωστόσο είχαν και τη μεγαλύτερη ανομοιογένεια τιμών στο δείγμα. Η τελευταία παρατήρηση συμπίπτει με την άποψη των Bride and Gomot (1991) που παρατήρησαν μεγάλη απόκλιση των μορφολογικών χαρακτηριστικών και το μέγεθος του γεννητικού συστήματος μέσα σε ένα πληθυσμό (ζώα του ίδιου μεγέθους και της ίδιας ηλικίας), του σαλιγκαριού *H. aspersa* που μεγάλωνε υπό εργαστηριακές συνθήκες. Τα ζώα από τη μονάδα εκτροφής (B.2) ήταν τα μεγαλύτερα και οι γεννήτορες εργαστηρίου που γέννησαν (B.1.1), τα μικρότερα. Το γεγονός όμως ότι τα τελευταία είχαν καλύτερα αναπτυγμένο γεννητικό σύστημα, συμπίπτει με την άποψη των Bride and Gomot (1991) ότι το γεννητικό σύστημα δεν σχετίζεται άμεσα με το βάρος του ζώου.

Η **συσχέτιση** των μορφολογικών χαρακτηριστικών με τα χαρακτηριστικά του γεννητικού συστήματος στο παρόν πείραμα, έδειξε να είναι σχεδόν μηδενική σε αντίθεση με τη συσχέτιση των Van Osselaer and Tursch (2000), που έδειξε να είναι θετική για αρκετά από τα χαρακτηριστικά του γεννητικού συστήματος με τα μορφολογικά (μεγάλη διάμετρος D και ύψος H) κατά τη προσπάθεια διάκρισης δύο ειδών σαλιγκαριών του *Helix lucorum* και του *Helix pomatia*.

4.3. Στάδιο ωρίμανσης

Το γεγονός της συσχέτισης μεταξύ του ρυθμού ανάπτυξης και της ανάπτυξης- διαφοροποίησης του γεννητικού συστήματος του *H. aspersa* (Bailey, 1981), λόγω της μεγάλης εμπορικής σημασίας που κατέχει στη σαλιγκαροτροφία ήταν και ο κύριος παράγοντας που μας ώθησε να μελετήσουμε το εξελικτικό πρότυπο της ωρίμανσης του αναπαραγωγικού συστήματος στη διάρκεια των μηνών που προηγούνται της αναπαραγωγικής περιόδου.

Η διερεύνηση του βαθμού γεννητικής ωρίμανσης (Πίν. 13) στα ζώα από τη μονάδα πάχυνσης και τα ζώα ενός έτους, έγινε από:

- το χείλος του περιστόμιου,
- το χρώμα της σπερματοκύστης,
- την ύπαρξη ακοντίου και
- το γοναδοσωματικό δείκτη και
- την ιστολογική μελέτη της γονάδας.

Οι ομάδες των ζώων στα οποία έγινε καταγραφή αυτών των παραμέτρων ήταν:

A) Παχυνόμενα σαλιγκάρια διχτυοκηπίου, διαφορετικής ηλικίας

- 108 ημερών
- 140 ημερών
- 186 ημερών

B) Γεννήτορες ηλικίας ενός έτους

- F1 εργαστηρίου, που γέννησαν (B.1.1)
- F1 εργαστηρίου, που δεν γέννησαν (B.1.2)
- F1 μονάδας εκτροφής, που γέννησαν (B.2)

4.3.1. Περιστόμιο

Στο παρόν πείραμα η συχνότητα εμφάνισης γυρισμένου περιστομίου, έδειξε να είναι αντιστρόφως ανάλογη με την ηλικία, για σαλιγκάρια του ίδιου μεγέθους και βάρους αλλά διαφορετικής ηλικίας. Συγκεκριμένα, από την παρατήρηση των ζώων πριν την ανατομία για την ύπαρξη γυρισμένου περιστομίου παρατηρήθηκε ότι τα ζώα των 186 ημερών είχαν τη μικρότερη συχνότητα εμφάνισης. Αυτό πιθανά δείχνει μια συσχέτιση του ρυθμού ανάπτυξης σώματος με αυτόν της γεννητικής ωρίμανσης. Δηλαδή τα ζώα που αναπτύσσονται σωματικά πιο αργά αναπτύσσονται και γεννητικά πιο αργά.

Αυτή η παρατήρηση προκύπτει και από τους Jess and Marks (1998) που σύγκριναν ζώα ως προς το μέγεθος και το γεννητικό σύστημα σε διαφορετικές συνθήκες φωτοπεριόδου και θερμοκρασίας και παρατήρησαν ότι τα ζώα που μεγαλώνουν πιο αργά έφταναν και πιο αργά στη γεννητική ωρίμανση με βάση την ένδειξη του γυρισμένου περιστομίου. Επίσης, σύμφωνα με τους Adamo and Chase (1991), Bailey (1981) και Madec *et al.*, (2000) η ηλικιακή αύξηση των σαλιγκαριών *H. aspersa* σχετίζεται θετικά με την αύξηση του μεγέθους τους και την εμφάνιση γυρισμένου περιστομίου σε αυτά. Επίσης, η ύπαρξή του σημαίνει τη γεννητική ωριμότητα του ζώου και τη διακοπή της αύξησης ως προς τη μεγάλη διάμετρο του κελύφους.

Στα ζώα ενός έτους (γεννήτορες) τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης γυρισμένου περιστομίου είχαν οι γεννήτορες που δεν γέννησαν (B.1.2), και το μικρότερο οι γεννήτορες από τη μονάδα εκτροφής (B.2) και πιθανώς οφείλεται στο σπάσιμο του περιστομίου λόγω της έκθεσής τους σε δυσχερείς συνθήκες.

Η ύπαρξη γυρισμένου περιστομίου στα ζώα του διχτυοκηπίου δηλώνει μεν την ωρίμανση του γεννητικού συστήματος κάτι που διακρίνεται και με την

ανατομία αυτού αλλά δεν σημαίνει απαραίτητα την έναρξη της αναπαραγωγικής του συμπεριφοράς.

4.3.2. Σπερματοκύστη

Ο Duncan (1975) αναφέρει ότι όταν το χρώμα της σπερματοκύστης είναι κόκκινο (ελαφρώς ή σκούρο) το ζώο έχει αναπαραχθεί τουλάχιστον μία φορά (αποθήκευση αλλοσπέρματος) ενώ είναι λευκό όταν δεν έχει προηγηθεί σύζευξη. Οι γεννήτορες ενός έτους που εξετάστηκαν είχαν κατά το 80% κόκκινη σπερματοκύστη όλα τα ζώα από τη μονάδα εκτροφής και οι γεννήτορες εργαστηρίου που γέννησαν (B.1.1) καθώς και το 50% από τους γεννήτορες εργαστηρίου που δεν γέννησαν (B.1.2), ενώ τα παχυνόμενα ζώα ήταν σχεδόν όλα με λευκή σπερματοκύστη (μόνο 2 σπερματοκύστεις σε ζώα των 186 ημερών, βρέθηκαν ροζ).

4.3.3. Ακόντιο

Στην παρούσα εργασία η συχνότητα εμφάνισης ακοντίου στα εξεταζόμενα ζώα διαφορετικής ηλικίας του διχτυοκηπίου ήταν αντιστρόφως ανάλογη με την ηλικία και για τα ζώα ενός έτους, που πολλά από αυτά είχαν αναπαραχθεί στο εργαστήριο, η συχνότητα εμφάνισης ήταν υψηλή για τους γεννήτορες εργαστηρίου που γέννησαν (B.1.1) και χαμηλή σε αυτά από τη μονάδα εκτροφής (B.2).

Η χαμηλή συχνότητα εμφάνισης ακοντίου στα παχυνόμενα ζώα της μεγαλύτερης ηλικίας, ίσως οφείλεται στο ότι τα ζώα που είχαν αργό ρυθμό ανάπτυξης είχαν και καθυστέρηση στη γεννητική ωριμότητα, που σύμφωνα με τους Koen and Chase (1998b) και Chung (1986) σχετίζεται με την ύπαρξη του ακοντίου. Ενώ, η παρατήρηση του μεγαλύτερου ποσοστού στους γεννήτορες εργαστηρίου που γέννησαν (B.1.1), πιθανώς οφείλεται στη μεγαλύτερη

αναπαραγωγική συμπεριφορά (μεγαλύτερος αριθμός συζεύξεων), σύμφωνα με τους Landofla *et al.*,(2001) που παρατήρησαν ότι η αναπαραγωγική δραστηριότητα ξεκινά με το πέταγμα του ακοντίου (από ένα ζώο που έχει είδη αναπαραχθεί μία φορά) και όσο μεγαλύτερη ήταν η συχνότητα εμφάνισης του ακοντίου στα ζώα τόσο πιο μεγάλος ήταν ο αριθμός των ώριμων γεννητικά ζώων και των συζεύξεων.

4.3.4. Δείκτης Ωρίμανσης

Η γεννητική ωρίμανση, εκτός από τους τρόπους που προαναφέρθηκαν, μελετήθηκε και με το **γοναδοσωματικό δείκτη** ή G.S.I. που σύμφωνα με τους Wang and Croll (2004) και Martinez and Perez (2003) αποτελεί ένα καλό τρόπο απόδειξης της γεννητικής ωρίμανσης στα δίθυρα μαλάκια και έδειξε ότι σχετίζεται θετικά με την αύξηση της ηλικίας.

Τα αποτελέσματα των Wang and Croll (2004) και Martinez and Perez (2003) που έδειξαν ότι ο G.S.I. σχετίζεται θετικά με την αύξηση της ηλικίας στα δίθυρα μαλάκια, συμπίπτουν με τις παρατηρήσεις του παρόντος πειράματος. Πρόκειται για ένα ενδιαφέρον αποτέλεσμα της παρούσας έρευνας καθώς για πρώτη φορά έγινε εκτίμηση της γεννητικής ωριμότητας των εκτρεφόμενων γαστερόποδων με ένα δείκτη εύκολο στον υπολογισμό που έχει εφαρμοστεί με επιτυχία στα θαλάσσια μαλάκια από τους Wang and Croll (2004) και Martinez and Perez (2003) και στα ψάρια σύμφωνα με τους Franklin and Davie (1992).

4.3.5. Ιστολογική μελέτη της Γονάδας

Από τη μικροσκοπική μελέτη των ιστολογικών παρασκευασμάτων της γονάδας που έγινε στα ζώα ηλικίας ενός έτους και τα παχυνόμενα ίδιου μεγέθους αλλά διαφορετικής ηλικίας, παρατηρήθηκε ότι στις γονάδες των ώριμων ζώων ηλικίας ενός έτους (B.1.1, B.1.2 και B.2) ο τύπος των γεννητικών

κυττάρων ήταν ο ίδιος ενώ αντίθετα στα σαλιγκάρια ηλικίας 108, 140 και 186 ημερών υπήρξαν διαφορές ως προς το τύπο των γεννητικών κυττάρων που περιείχαν.

Το περιεχόμενο των γονάδων από τα ζώα των 108 ημερών, αποτελούταν κυρίως από σπερματοκύτταρα και ωογόνια ενώ στις γονάδες των ζώων 140 ημερών υπήρχαν ωοκύτταρα και σπερματίδες. Ενώ, σε αυτές των ζώων 186 ημερών υπήρχαν σπερματίδες και ωάρια που είχαν αρχίσει να εξέρχονται από τα ωοθυλάκια. Τέλος σε όλες τις τομές των γονάδων των ώριμων γεννητόρων παρατηρήθηκαν ωοκύτταρα, σπερματοκύτταρα και σπερματίδες.

Από τις παρατηρήσεις που έγιναν στα ιστολογικά παρασκευάσματα της γονάδας των εξεταζόμενων ζώων, στη παρούσα εργασία, τα αποτελέσματα συμπίπτουν με τις παρατηρήσεις των Gomot and Enee (1980). Σύμφωνα με τους οποίους από την ανατομία και μελέτη του γεννητικού συστήματος στο είδος αυτό για ζώα που προέρχονταν από πάχυνση στο εργαστήριο, τα στάδια ανάπτυξης του από τα ανώριμα γεννητικά σαλιγκάρια έως τα ώριμα είναι τρία, κάνοντας την εξής διάκριση αυτών:

- Το **αρχικό στάδιο**, κατά το οποίο το γεννητικό σύστημα είναι ατελές, διαρκεί τέσσερις μήνες και κατά τη διάρκειά του συντελείται σημαντική ανάπτυξη. Στη γονάδα παρατηρούνται σπερματοκύτταρα και ωογόνια.
- Το **δεύτερο στάδιο**, το οποίο χωρίζεται σε δύο περιόδους γεννητικής ωριμότητας. Η πρώτη περίοδος, που ξεκινά από το τέταρτο ή πέμπτο μήνα, χαρακτηρίζεται από την ανάπτυξη των σπερματοκυττάρων δηλαδή του «αρσενικού» μέρους του γεννητικού συστήματος. Η δεύτερη περίοδος που ξεκινά από τον έκτο ή έβδομο μήνα, αντιστοιχεί κυρίως

στην ανάπτυξη του «θηλυκού» μέρους του γεννητικού συστήματος, των ωοκυττάρων.

- Και τέλος το τρίτο στάδιο διακρίνεται με την αναπαραγωγική διαδικασία. Στη γονάδα υπάρχουν ωκύτταρα, σπερματοκύτταρα και σπερματίδες.

Πίνακας 4.2: Γεννητική ωρίμανση των ζώων για διάφορους τρόπους εκτροφής.

A/A	ΕΙΔΟΣ	ΤΥΠΟΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ (ΣΥΝΘΗΚΕΣ)	ΧΡΟΝΟΣ ΠΟΥ ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΩΡΙΜΑΝΣΗ	ΠΟΣΤΟ ΖΩΩΝ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΩΡΙΜΑ	ΜΕΘΟΔΟ ΕΞΕΤΑΣΗΣ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ	ΑΝΑΦΟΡΑ
1	<i>H. aspersa</i>	ΑΝΟΙΧΤΗ (ΧΕΙΜΩΝΑ ΣΕ ΧΕΙΜΕΡΙΑ ΝΑΡΚΗ, ΑΝΟΙΞΗ, ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ, ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ)	4 ΜΗΝΕΣ		ΓΥΡΙΣΜΕΝΟ ΠΕΡΙΣΤΟΜΙΟ	Begg and Mcinness (2003)
2	<i>Helix aspersa</i> var. <i>maxima</i>	ΚΛΕΙΣΤΗ- ΕΝΤΑΤΙΚΗ (L:D 16:8, 20 °C, 75% R.H.)	10-17 ΕΒΔΟΜΑΔΕΣ	36%	ΓΥΡΙΣΜΕΝΟ ΠΕΡΙΣΤΟΜΙΟ	Jess and Marks (1998)
3	<i>H. aspersa</i>	ΚΛΕΙΣΤΗ: 1 ΕΒΔ. (L:D 10:14, 5±1 °C, ~30% R.H.), 3 ΜΗΝ. (L:D 13:11, 20±1 °C, 90±5% R.H.), 1 ΕΒΔ. (L:D 14:10, 25±1 °C, 0% R.H.), 5 ΜΗΝΕΣ (L:D 11:13, 20±1 °C, 90±5% R.H.)	4 ΜΗΝΕΣ	51,67%	ΓΥΡΙΣΜΕΝΟ ΠΕΡΙΣΤΟΜΙΟ	Κουκουμίδης (1999)
4	<i>H. aspersa</i>	ΚΛΕΙΣΤΗ- ΕΝΤΑΤΙΚΗ (L:D 16:8, 20 °C, 70% R.H.)	9 ΕΒΔΟΜΑΔΕΣ	21,98%	ΓΥΡΙΣΜΕΝΟ ΠΕΡΙΣΤΟΜΙΟ	Dupont- Nivet <i>et al.</i> , (2000)
5	<i>H. aspersa</i>	2 ΜΗΝΕΣ (L:D 13:11, 20 °C, 90% R.H.), 4 ΜΗΝΕΣ ΗΜΙΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΔΙΧΤΥΟΚΗΠΙΟΥ (L:D 13:11, 22 °C, 75% R.H.)	6 ΜΗΝΕΣ	5,4%	ΓΥΡΙΣΜΕΝΟ ΠΕΡΙΣΤΟΜΙΟ, ΧΡΩΜΑ ΣΠΕΡΜΑΤΟΚΥΣΤΗΣ, ΙΣΤΟΛΟΓΙΑ ΓΟΝΑΔΑΣ	Δεσποτοπούλου (2007)*
6	<i>H. aspersa</i>	ΚΛΕΙΣΤΗ (ΧΕΙΜΩΝΑ, ΑΝΟΙΞΗ, ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ, ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ)	~4 ΜΗΝΕΣ	95,45%	ΓΥΡΙΣΜΕΝΟ ΠΕΡΙΣΤΟΜΙΟ, ΙΣΤΟΛΟΓΙΚΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΜΑΤΑ ΓΟΝΑΔΑΣ	Λέκκα (2000)
7	<i>H. aspersa</i>	ΚΛΕΙΣΤΗ (ΓΟΝΟΣ 3 ΜΗΝΕΣ: L:D 13:11, 20 °C, 90% R.H., / 1 ΕΒΔ: L:D 14:10, 25 °C, 30% R.H., / 1-1 ½ ΜΗΝΑ: L:D 11:13, 20 °C, 90% R.H.)	4 ΜΗΝΕΣ	31,6 %	ΓΥΡΙΣΜΕΝΟ ΠΕΡΙΣΤΟΜΙΟ	Lazaridou- Dimitriadou <i>et al.</i> , (1998)
8	<i>H. aspersa</i>	ΚΛΕΙΣΤΗ: (L:D 13:11, 20±1 °C, 90±5% R.H.)	5 ΜΗΝΕΣ		ΓΥΡΙΣΜΕΝΟ ΠΕΡΙΣΤΟΜΙΟ	Τσιρογιάννης (2004)

*Η παρούσα διατριβή.

Πίνακας 4.3: Τα γενικά χαρακτηριστικά του γεννητικού συστήματος και του μεγέθους των εκτρεφόμενων ζώων διαφορετική ηλικίας .

ΗΛΙΚΙΑ (ΗΜΕΡΕΣ)	<u>ΓΕΝΝΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ</u>					<u>ΓΕΝΙΚΑ</u>		
	ΠΟΣΟΣΤΟ ΖΩΩΝ ΜΕ ΑΚΟΝΤΙΟ %	ΔΕΙΚΤΗΣ ΓΕΝΝΗΤΙΚΗΣ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ G.S.I. %	ΠΟΣΟΣΤΟ ΖΩΩΝ ΜΕ ΚΟΚΚΙΝΟ ΧΡΩΜΑ ΣΠΕΡΜΑΤΟΚΥΣΤΗΣ %	ΤΥΠΟΙ ΚΥΤΤΑΡΩΝ ΣΤΗ ΓΟΝΑΔΑ	ΓΟΝΑΔΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΓΥΡΙΣΜΕΝΟΥ ΠΕΡΙΣΤΟΜΙΟΥ %	Μ.Ο. ΜΕΓΑΛΗΣ ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ (mm)	Μ.Ο. ΒΑΡΟΥΣ (g)
108	55	10.08	0	ΣΠΕΡΜΑΤΟΓΟΝΙΑ & ΩΟΓΟΝΙΑ	ΑΝΩΡΙΜΗ	66	30.76	11.90
140	30	13.11	0	ΩΟΚΥΤΤΑΡΑ, ΣΠΕΡΜΑΤΟΓΟΝΙΑ & ΩΟΓΟΝΙΑ	ΑΝΩΡΙΜΗ	20	30.59	11.47
186	11	11.92	11	ΣΠΕΡΜΑΤΟΓΟΝΙΑ, ΣΠΕΡΜΑΤΙΔΕΣ, ΣΠΕΡΜΑΤΟΚΥΤΤΑΡΑ, & ΩΑΡΙΑ	ΩΡΙΜΗ	11	29.65	9.11

Πίνακας 4.5: Τα γενικά χαρακτηριστικά του γεννητικού συστήματος και του μεγέθους των γεννητόρων F1 γενιας ηλικίας ενός έτους.

ΗΛΙΚΙΑ (ΗΜΕΡΕΣ)	<u>ΓΕΝΝΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ</u>					<u>ΓΕΝΙΚΑ</u>		
	ΠΟΣΟΣΤΟ ΖΩΩΝ ΜΕ ΑΚΟΝΤΙΟ %	ΔΕΙΚΤΗΣ ΓΕΝΝΗΤΙΚΗΣ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ G.S.I. %	ΠΟΣΟΣΤΟ ΖΩΩΝ ΜΕ ΚΟΚΚΙΝΟ ΧΡΩΜΑ ΣΠΕΡΜΑΤΟΚΥΣΤΗΣ %	ΤΥΠΟΙ ΚΥΤΤΑΡΩΝ ΣΤΗ ΓΟΝΑΔΑ	ΓΟΝΑΔΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΓΥΡΙΣΜΕΝΟΥ ΠΕΡΙΣΤΟΜΙΟΥ ΠΕΡΙΣΤΟΜΙΟ %	Μ.Ο. ΜΕΓΑΛΗΣ ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ (mm)	Μ.Ο. ΒΑΡΟΥΣ (g)
B.1.1	93	35,71	100	ΣΠΕΡΜΑΤΟΚΥΤΤΑΡΑ, ΣΠΕΡΜΑΤΙΔΕΣ, ΣΠΕΡΜΑΤΟΓΟΝΙΑ & ΩΟΚΥΤΤΑΡΑ	ΩΡΙΜΗ	31	24,83	6,63
B.1.2	72	30,88	50	ΣΠΕΡΜΑΤΟΚΥΤΤΑΡΑ, ΣΠΕΡΜΑΤΙΔΕΣ, ΣΠΕΡΜΑΤΟΓΟΝΙΑ & ΩΟΚΥΤΤΑΡΑ	ΩΡΙΜΗ	83	30,13	10,76
B.2	85	18,29	100	ΣΠΕΡΜΑΤΟΚΥΤΤΑΡΑ, ΣΠΕΡΜΑΤΙΔΕΣ, ΣΠΕΡΜΑΤΟΓΟΝΙΑ & ΩΟΚΥΤΤΑΡΑ	ΩΡΙΜΗ	28	33,85	10,15

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

5.1. ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Adamo S.A. and Chase R., (1991).** "Central Arousal" and Sexual Responsiveness in the Snail, *Helix aspersa*. *Behavioral and Neural Biology*, **55**:194-213.
- **Ansart A. and Vernon P. (2003).** Cold hardiness in molluscs. Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. All rights reserved. *Acta Oecologica*, **24**: 95–102.
- **Bailey S.E.R. (1981).** Cirannual and Circadian Rhythms in the snail *Helix aspersa* Muller and Photoperiodic Control of Annual Activity and Reproduction. *J. Comp. Physiol*, **142**: 89- 94.
- **Basinger A.J. (1931).** The European brown snail in California. University of California. *Agricultural Experiment Station Bulletin*, **151**: 1-22.
- **Beeby A. and Richmond L. (2002).** Evaluating *Helix aspersa* as a sentinel for mapping metal pollution. *Ecological Indicators*, 2nd Edition. School of Applied Science, South Bank University, London, UK: 261–270.
- **Begg S. (2006).** Free-range Snail Farming in Australia. A report for the Rural Industries Research and Development Corporation. Publication No. 06/104. Australia:1-36.

- **Begg S. and McInness P. (2003).** Farming Edible Snails - Lessons from Italy. Publication No. 03/137, *Printed by Union Offset Printing, Canberra, Australia* :1-13.
- **Benjamin J. Gomez (1991).** Morphological and histological study of the genital ducts of *Cryptazeca monodonta* (Pulmonata, Orthurethra), with special emphasis on the auxiliary copulatory organ. *Zoomorphology*, **111**:95-102.
- **Bojat N.C., Sauder U. and Haase M. (2001).** The spermathecal epithelium, sperm and their interactions in the hermaphroditic land snail *Arianta arbustorum* (Pulmonata, Stylommatophora). *Zoomorphology*. **120**:149–157.
- **Bolognani- Fantin A.M. and Vigo E., (1968).** Histochemistri Of The Glands Associated With The Reproductive Tract Of *Lymnea Stagnalis*. *Histochemie*, **15**: 300-311.
- **Boschi C. and Baur B. (2007).** Effects of management intensity on land snails in Swiss nutrient-poor pastures. Section of Conservation Biology, Department of Environmental Sciences, Basel University, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **120**: 243–249.
- **Bride J. and Gomot L. (1991).** Asynchronisme du development du tractus genital de l'escargot *Helix aspersa* pendant la croissance et la reproduction. *Reprod. Nutr. Dev.*, **31**: 81-96.
- **Cancela Da Fonseca, J.P.(1965).** L'outil statistique en biologie du sol III. Indices d'inter et ecologique. *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol.*, **3**: 381–407.

- **Chase R. and Blanchard K.C. (2006).** The snail's love-dart delivers mucus to increase paternity. *Proceedings of the Royal Society B.*, **273**: 1471-1475.
- **Chase, R. and Vaga, K. (2006).** Independence, not conflict, characterizes dart-shooting and sperm exchange in a hermaphroditic snail. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, **59**: 732-739.
- **Chung D.J.D. and Arbor A. (1986).** Stimulation of Genital Eversion in the Land Snail *Helix aspersa* by Extracts of the Glands of the Dart Apparatus. Division of Biological Sciences, and Museum of Zoology, University of Michigan. *The Journal of Experimental Zoology*, **238**:129-139.
- **Daguzan J. (1989).** Snail rearing or heliciculture of *Helix aspersa* Muller. *Slugs and Snails in World Agriculture, British Crop Protection Council Monograph*, **41**: 165- 175.
- **Davison A., Wade C.M., Mordan P. B. and Chiba S. (2005).** Sex and darts in slugs and snails (Mollusca: Gastropoda: Stylommatophora). The Zoological Society of London. *J. Zool., Lond.*, **267**:329–338.
- **Duncan C.J., (1975).** Reproduction of Pulmonates. Pulmonates. 2nd ed., Department of Zoology, University of Liverpool, England., **7**:309-358.
- **Dupont-Nivet M., Coste V., Coinon P., Bonnet J.C.and Blanc J.M. (2000).** Rearing density effect on the production performance of the edible snail *Helix aspersa* Müller in indoor rearing. INRA, EDP *Sciences, Ann. Zootech.*, **49**: 447–456.
- **Durning W. C. (1957).** Repair of a Defect in the Shell of the Snail *Helix aspersa*. *J. Bone Joint Surg Am.*, **39**: 377-393.

- **Elmslie, L.J. (1989).** Snail farming in field pens in Italy. *British Crop Protection Council Monograph*, **41**:19-25.
- **Evanno G., Madec L. and Arnaud J.F. (2005).** Multiple paternity and postcopulatory sexual selection in a hermaphrodite: what influences sperm precedence in the garden snail *Helix aspersa*? *Molecular Ecology*, **14**: 805–812.
- **Franklin C.E. and Davie P.S. (1992).** Sexual Maturity Can Double Heart Mass and Cardiac Power Output in Male Rainbow Trout. Department of Physiology and Anatomy, Massey University, Palmerston North, New Zealand. *J. Exp. Biol.*, **171**:139-148.
- **Geoffroy E., Hutcheson R. and Chase R. (2005).** Nervous control of ovulation and ejaculation in *Helix aspersa*. *Journal of Molluscan Studies*, **71**: 393-399.
- **Gogas A., Hatzioannou M. and Lazaridou M. (2003).** Heliciculture of *Helix aspersa* in Greece, Slugs and Snails: Environmental, Veterinary and Environmental Perspectives University College, Canterbury, Kent.
- **Gomot J. and Enee F. (1980).** Biologie de la Reproduction de l'escagrot *Helix aspersa* muller: Les Phases de Croissance et la Differentiation sexuelle. ATTI Accademia Fisiocritici Siena.
- **Guiller A., Coutellec-Vreto M.A., Madec L. and Deunff J. (2001).** Evolutionary history of the land snail *Helix aspersa* in the Western Mediterranean: preliminary results inferred from mitochondrial DNA sequences. *Blackwell Science Ltd Molecular Ecology*, **10**: 81-87.

- **Hommay G., Kienlen J.C., Gertz C. And Hill A. (2001).** Growth And Reproduction Of The Slug *Limax valentianus* Firussac In Experimental Conditions. *Laboratoire De Vection Et Lutte Intégrée, Inra, 28 Rue De Herrlisheim, 68000 Colmar, France. The Malacological Society Of London, 67:191-207.*
- **Iglesias J. and Castillejo J. (1999).** Field Observations on Feeding of the Land Snail *Helix aspersa* Müller. *J. Moll. Stud., 65: 411-423.*
- **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.*
- **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.*
- **Koemtzopoulos E. and Staikou A. (2007).** Variation in spermathecal morphology is independent of sperm competition intensity in populations of the simultaneously hermaphroditic land snail *Cornu aspersum*. Department of Zoology, School of Biology, *Aristotle University of Thessaloniki. Zoology, 110: 139–146.*
- **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.*

- **Koene J.M. and R. Chase (1998b).** Changes in the reproductive system of the snail *Helix aspersa* caused by mucus from the love dart. *The Journal of Experimental Biology*. **201**: 2313–2319.
- **Koene J.M. and Schulenburg H. (2005).** Shooting darts: co-evolution and counter-adaptation in hermaphroditic snails. *BMC Evolutionary Biology*, **5**:1-25.
- **Landolfa M.A., Green D.M. and Chaisea R. (2001).** Dart shooting influences paternal reproductive success in the snail *Helix aspersa* (Pulmonata, Stylommatophora). *Behavioral Ecology*, **6**: 773–777.
- **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., Karakousis Y. and Staikou A. (1993).** Geographic variation in shell morphology and isoenzymes of *Helix aspersa* Müller, 1774 (Gastropoda, Pulmonata), the edible land snail, from Greece and Cyprus. *Heredity*, **71**: 1–14.
- **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.

- **Lazaridou-Dimitriadou, M., and Kattoulas, M. E. (1985).** Edible and Commercialized Snails of Greece- Heliciculture. *Haliotis*. **11**:129–137.
- **Lindberg D.R. (2007).** Molluscs. Encyclopedia of Biodiversity. *University of California at Berkeley*, 235-247.
- **Madec L. (1989).** Etude de la differenciation de quelques populations geographiquement separees de l'escargot petit-gis *Helix aspersa* Muller: aspects morphologiques, ecophysiologiques et biochimiques. Unpublished D.Phil. Thesis, Rennes University.
- **Madec L. and Daguzan J. (1993).** Geographic variation in reproductive traits of *Helix aspersa* Muller studied under laboratory conditions. *Malacologia*, **35** (1): 99-117.
- **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., Desbuquois C. and Coutellec-Vreto M.A. (2000).** Phenotypic plasticity in reproductive traits: importance in the life history of *Helix aspersa* (Mollusca: Helicidae) in a recently colonized habitat. *Biological Journal of the Linnean Society*, **69**: 25–39.
- **Malandrakis E.E., Gogas A., Hatzioannou M., Panagiotaki P., Lazaridou-Dimitriadou M., Neofitou C. & Exadactylos A. (2007).** Morphological and shell quality natural population diversity of the edible snail (*Helix aspersa* M.), in southern Hellas. 16th World Congress of

Malacology (WCM), "Groenenborger" of the University of Antwerp, Belgium.

- **Martinez G. and Perez H. (2003).** Effect of different temperature regimes on reproductive conditioning in the scallop *Argopecten purpuratus*. *Aquaculture*. **228**: 153–167.
- **Morton J.E. (1979).** Molluscs. *Hutchinson and Co. (Publishers) Ltd.*, London, U.K.
- **Oluokun J.A., Omole A.J. and Fapounda O. (2005)** Effect of Increasing the Level of Calcium Supplementation in the Diets of Growing Snail on Performance Characteristics. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*. **1**(1): 76-79.
- **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.
- **Runham N.W., (1975):** Functional anatomy and physiology. 3rd Edition. Academic Press, New York. Alimentary canal. Pulmonates. **1**:53-104.
- **Scott B. (1997).** Biogeography of the Helicoidea (Mollusca: Gastropoda: Pulmonata): land snails with a Pangean distribution. *Journal of Biogeography*, **24**(4): 399-407.

- **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.
- **Tompa A.S. (1984).** Reproduction. In *The Mollusca*, 2nd Edition Vol. 7 Ed. Wilbur K.M., *Academic Press Inc.*, Orlando, Florida :1-205.
- **Van Osselaer C. and Tursch B. (2000).** Variability of the genital system of *Helix pomatia* L., 1758 and *H. lucorum* L., 1758 (Gastropoda: Stylommatophora). *The Malacological Society, Moll. Stud.*, **66**: 499-515.
- **Wade C.M., Hudelot C., Davison A., Naggs F. and Mordan P.B. (2007).** Molecular phylogeny of the helicoid land snails (Pulmonata: Stylommatophora: Helicoidea), with special emphasis on the Camaenidae *Journal of Molluscan Studies Advance Access. (Oct.):*1-5.
- **Wang C. and Croll R. P. (2004).** Effects of sex steroids on gonadal development and gender determination in the sea scallop, *Placopecten magellanicus*. *Aquaculture*, **238**: 483–498.
- **Zar H.J. (1996).** Biostatistical analysis. 3rd Edition, *Prentice, Hall, Inc.*, *New Jersey* :1-662.

5.2. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Γκόγκας Α., Χατζηιωάννου Μ., Εξαδάκτυλος Α., Λαζαρίδου Μ., και Νεοφύτου Χρ. (2005).** Μεταποίηση και εμπορία των εδώδιμων σαλιγκαριών στην Ελλάδα. 2^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Υδροβιολογίας και Αλιείας. Βόλος.
- **Δεσποτοπούλου Α.Π, Λόλας Α., Γκόγκας Α., Χατζηιωάννου Μ. και Νεοφύτου Χρ. (2007).** Εκκολαπτικότητα και Ποσοτικά Χαρακτηριστικά των Αβγών και του Γόνου του Σαλιγκαριού *Cornu aspersum* (Petit Gris – Κρητικός Κοχλιός) σε Συνθήκες Ελεγχόμενης Εκτροφής. 23^ο Επιστημονικό συνέδριο της Ελληνικής Ζωοτεχνικής Εταιρίας. Βόλος.
- **Δεσποτοπούλου Α.Π. (2006).** «Επιλογή γεννητόρων του εδώδιμου σαλιγκαριού *Helix aspersa* σε σχέση με την αναπαραγωγική τους ικανότητα σε συνθήκες εντατικής εκτροφής». Πτυχιακή Διατριβή, Π.Θ.:1-57.
- **Κουκουμίδης Χ.Μ. (1999).** Επιπτώσεις ομομικτικών διασταυρώσεων στην αύξηση, στη γεννησιμότητα, στο γεννητικό σύστημα και στον ισοενζυμικό πολυμορφισμό του σαλιγκαριού *Helix aspersa* από τη Ναύπακτο, από την F1 γενιά έως και την F4 γενιά. Διπλωματική Εργασία Τμήμα Βιολογίας. Εργαστήριο Ζωολογίας. ΑΠΘ. Θεσσαλονίκη :1-187.
- **Λέκκα Ε.Π. (2000).** Μελέτη της επίδρασης ομομικτικών διασταυρώσεων στην αύξηση, στη γεννησιμότητα, στην ωρίμανση της γονάδας και στο ισοενζυμικό πολυμορφισμό σε άτομα 4 διαδοχικών γενεών του σαλιγκαριού *Helix aspersa* που υποβλήθηκαν σε χαλαρό βαθμό

- ομομιξίας. Τμήμα Βιολογίας Διπλωματική Εργασία. ΑΠΘ. Θεσσαλονίκη :1-156.
- **Μαρκάκης Σ. (1990).** Το σαλιγκάρι και η εκτροφή του. 2^η έκδοση. Χρονοπρές Α.Ε., Αθήνα :1-85.
 - **Νεοφύτου Χρ. και Χατζηϊωάννου Μ. (2008).** Καθορισμός των ποιοτικών προδιαγραφών των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών *Helix aspersa*. Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Πυθαγόρας ΙΙ. (Ε.Π.Ε.Α.Ε.Κ. ΙΙ).
 - **Στάικου Α.Ε. (1987).** Συνεισφορά στη μελέτη της οικοφυσιολογίας του γαστερόποδου πνευμονοφόρου *Helix lucorum* Linne. Διδακτορική Διατριβή Τμήμα Βιολογίας. Εργαστήριο Ζωολογίας. ΑΠΘ. Θεσσαλονίκη :1-156.
 - **Τσιλιγιάνη Θ. (2004).** Μελέτη της ωρίμανσης του αναπαραγωγικού συστήματος σε τρία είδη χερσαίων, μονότοκων, πνευμονοφόρων γαστερόποδων. Διπλωματική Εργασία Τμήμα Βιολογίας. Εργαστήριο Ζωολογίας. ΑΠΘ. Θεσσαλονίκη :1-58.
 - **Τσιρογιάννης Σ. (2004).** «Επιλογή Γεννητόρων και Ρυθμός Αύξησης της F1 Γενιάς του Εδώδιμου Σαλιγκαριού, *Helix aspersa* σε Συνθήκες Ελεγχόμενης Εκτροφής». Πτυχιακή Διατριβή, Π.Θ., 1-67.
 - **Φωτιάδης Ν.Α. (1995).** Εισαγωγή στη στατιστική για βιολογικές επιστήμες. 2^η Έκδοση. University Studio Press. Θεσσαλονίκη :1-112.
 - **Χατζηϊωάννου Μ., (2007).** Πανεπιστημιακές παραδόσεις του μαθήματος Εκτροφή Γαστεροπόδων Αμφιβίων και Ερπετών. Τμήμα Γεωπονίας,

Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας,
Βόλος: 1-75.

5.3. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Brown H. S., (2002).** Hematoxylin & Eosin. (The Routine Stain) H&H Informational Primer. Sigma-Aldrich. <http://www.unc.edu/courses/2007fall/envr/431/001/Primer-H&Emay04.pdf>.
- **Bryant R. (1994).** Heliciculture, Culture Of Edible Snails. Ministry of Agriculture, Food and Fisheries. <http://www.agf.gov.bc.ca/resmgmt/publist/700series/770.000-1.pdf>.
- **Cheney S. (1988).** Raising Snails. United States Department of Agriculture. Maryland, The National Agricultural Library. http://www.totse.com/en/technology/science_technology/snails.html.
- **Dekle G.W. and Fasulo T.R. (2002).** Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry; and, University of Florida. Originally published as DPI Entomology Circular 83, Number: EENY-240. University of Florida. http://creatures.ifas.ufl.edu/misc/gastro/brown_garden_snail.htm.
- **Frank B. (1998).** *Cornu aspersum* (Müller, 1774) Brown Garden Snail. <http://www.jacksonvilleshells.org/>
- **GBIF (2006):** The Global Biodiversity Information Facility: Data Portal Classification (based on Catalogue of Life Annual Checklist, <http://newportal.gbif.org/dataset/provider/16>.
- **Gerace A. and Reddy P. (2003).** The Common Garden Snail, *Helix aspersa*. <http://www.abc.net.au/riverland/stories/s548790.htm>
- **INPN (2007).** Inventaire National du Patrimoine Naturel (MNHN). Official Du Museum National D' Histoire Naturelle. <http://www.mnhn.fr>

- **Lee G., (1960).** Routine Mayer's Hematoxylin and Eosin Stain (H&E). *Manual of Histologic Staining Methods of the Armed Forces Institute of Pathology. (Progressive Stain). 3rd Edition. American Registry of Pathology. McGraw Hill Publishers, New York.* http://ccm.ucdavis.edu/bcancercd/52/prcl_HandE.html.
- **Man and Mollusc's (2002).** Data Base of Edible Molluscs Terrestrial and Freshwater Molluscs, <http://www.manandmollusc>.
- **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.htm>.
- **Overview of The European Community (1993).** Market Brief on Snails. ITC. Market Development. INTERNATIONAL TRADE CENTRE UNCTAD/WTO: 1-13. <http://www.helixdelsur.com.ar/web/mercadoeuropeo.pdf>
- **Thomas J. (2004).** Snail rearing. <http://escargot.free.fr/>
- **Thompson R. and Cheney S. (2007).** Raising Snails. U.S. Department of Agriculture Agricultural Research Service National Agricultural Library Beltsville, Maryland. http://www.nal.usda.gov/afsic/AFSIC_pubs/srb96-05.htm.
- **Thompson R. and Cheney S., (2005).** Raising Snails. Maryland U.S. Department of Agriculture. <http://www.nal.usda.gov/afsic/AFSICpubs/srb96-05.htm>.

- **Voice P. (2007).** Heliculture - a delicious alternative for dealing with your garden snails. [http://www.landscapejuice.com/tips and advice/index.html](http://www.landscapejuice.com/tips%20and%20advice/index.html)

6. ABSTRACT

The aim of this study, was to record the maturity stage of the genital system, compared with the growth rate of the edible snail *Helix aspersa*, from a population originating from a snail farm. In order to achieve this, the anatomy of the reproductive system and histological analysis of the gonad were used.

For the assessment of the growth rate, the body weight (W) and the diameter of the shell (D) were measured bimonthly and the differences were recorded. The anatomy of same-sized snails but from different age classes was used to define the development stage of the reproductive system, by comparing its morphometric characteristics and the total weight of the reproductive system and the weight of the albumin gland. The Hematoxylin – Eosin Stain was used for the histological analysis.

The growth rate was found to be 0.209 mm/day (D) and 0.037 g/day (W). The mean total weight of the genital system and the albumin gland were found 764.51 mg and 349.45 mg respectively. Statistical analysis showed no significant differences between those two main characteristics of the reproductive system ($P=0.76$, $P=0.84$) but all the other characteristics appeared to have significant differences ($P<0.05$). The histological analysis confirmed the literature regarding the development of the reproductive system.

The mean total weight of the reproductive system and the albumin gland of the snails from the control population were found 1702.90 mg and 698.91 mg respectively. Statistical analysis showed significant differences between most of the morphometric characteristics of the reproductive system ($P<0.05$) and the

weight of the albumin gland ($P=0,004$). No significant differences were observed for the total weight of the reproductive system ($P=1,1693$).

From the correlation of the morphometric study and the characteristics of the reproductive system, an assumption was made that the growth rate does not affect its development.

Key Words: *Helix aspersa*, snail farming, growth, genital system, histological preparations.