

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

**ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

«Αξιολόγηση των μορφολογικών χαρακτηριστικών του  
σαλιγκαριού *Cornu aspersum maximum* σε διχτυοκήπιο υπό  
βέλτιστη πληθυσμιακή πυκνότητα»

Επιβλέπουσα καθηγήτρια : Χατζηιωάννου Μαριάνθη

ΝΤΕΜΙΡΤΖΗ ΣΑΪΤΗ ΧΡΥΣΟΘΕΜΙΣ

ΒΟΛΟΣ 2024

Η τριμελής επιτροπή αποτελείται από τους:

1. **Μ. Χατζηιωάννου**, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Επιβλέπουσα
2. **Α. Εξαδάκτυλος**, Καθηγητής Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Μέλος
3. **Κ. Αποστόλου**, Επιστημονικός Συνεργάτης (ΠΔ 407) Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Μέλος

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στο να φέρω σε πέρας την παρούσα προπτυχιακή διατριβή.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα της εργασίας, Επίκουρη Καθηγήτρια Μαριάνθη Χατζηιωάννου, για την πολύτιμη βοήθειά της, τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειράματος, όσο και κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας. Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Διδάκτορα του τμήματος Κωνσταντίνο Αποστόλου, για την καθοδήγηση που μου παρείχε τόσο στο πειραματικό κομμάτι όσο και κατά τη διάρκεια της συγγραφής.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, για τη στήριξη που μου παρείχαν καθ'όλη τη διάρκεια των φοιτητικών μου χρόνων καθώς και τους φίλους μου, που είναι αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής μου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα σαλιγκάρια είναι ζώα με τεράστιο επιστημονικό και οικονομικό ενδιαφέρον. Ο κύριος λόγος που το σαλιγκάρι θεωρείται ανώτερο ποιοτικά προϊόν είναι η επιστημονικά τεκμηριωμένη υψηλή διατροφική του αξία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μια επιχείριση εκτροφής σαλιγκαριών να παράγει και να εμπορεύεται ένα ιδιαίτερο προϊόν. Η εκτροφή σαλιγκαριών απαιτεί συγκεκριμένη γνώση και τεχνογνωσία, έχοντας διάφορες εναλλακτικές μεθόδους παραγωγής όσον αφορά τον τύπο της εκτροφής και της διατροφής. Στην Ελλάδα κατά κύριο λόγο εκτρέφεται το είδος *Cornu aspersum*, αλλά πολύ συχνά χρησιμοποιείται το υποείδος του, το *Cornu aspersum maximum*. Σκοπός της συγκεκριμένης προπτυχιακής διατριβής, ήταν η αξιολόγηση των μορφολογικών χαρακτηριστικών των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών του είδους *Cornu aspersum maximum*, ενώ εκτιμήθηκε και η παραγωγικότητα του διχτυοκηπίου υπό βέλτιστη πληθυσμιακή πυκνότητα, μέσω παραγωγικών δεικτών. Το πείραμα διήρκεσε 2 μήνες (Αύγουστος – Οκτώβριος) και διεξήχθη στο διχτυοκήπιο του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος. Για την πειραματική εκτροφή χρησιμοποιήθηκαν ανήλικα σαλιγκάρια, που προέρχονταν από τοπική μονάδα εκτροφής. Οι δειγματοληψίες πραγματοποιούνταν εβδομαδιαίως, συλλέγοντας 100 σαλιγκάρια με καταγραφή του βάρους, της διαμέτρου καθώς και της θνησιμότητας των ζώων. Οι δείκτες εκτροφής που υπολογίστηκαν για την αξιολόγηση του πειράματος ήταν: η συνολική παραγωγή, η παραγωγή ανά  $m^2$ , ο μέσος ρυθμός ανάπτυξης του σωματικού βάρους, η θνησιμότητα, το ποσοστό εμπορεύσιμων σαλιγκαριών και ο αριθμός σαλιγκαριών ανά kg.

## Περιεχόμενα

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| Εισαγωγή .....                                    | 7  |
| Ιστορική αναδρομή .....                           | 7  |
| Θρεπτική αξία του σαλιγκαριού .....               | 7  |
| Φαρμακευτικές χρήσεις .....                       | 8  |
| Μορφολογία και ανατομία σαλιγκαριών .....         | 9  |
| Ταξινομική θέση.....                              | 9  |
| Γενικά μορφολογικά χαρακτηριστικά .....           | 11 |
| Κέλυφος.....                                      | 12 |
| Κεφάλι – Πόδι .....                               | 15 |
| Σπλαχνική μάζα – Μανδύας .....                    | 16 |
| Κυκλοφορικό σύστημα.....                          | 17 |
| Απεκκριτικό σύστημα.....                          | 18 |
| Πεπτικό σύστημα .....                             | 18 |
| Νευρικό σύστημα.....                              | 18 |
| Αναπαραγωγικό σύστημα .....                       | 19 |
| Εκτροφή σαλιγκαριών.....                          | 21 |
| Εκτροφή ανοιχτού τύπου – εκτατική εκτροφή.....    | 22 |
| Εκτροφή κλειστού τύπου – εντατική εκτροφή .....   | 23 |
| Εκτροφή μικτού τύπου .....                        | 24 |
| Διατροφή και σιτηρέσια.....                       | 25 |
| Φυσικοί εχθροί και θηρευτές στις εκτροφές .....   | 26 |
| Η σαλιγκαροτροφία στην Ελλάδα.....                | 27 |
| Μεταποίηση σαλιγκαριών .....                      | 29 |
| <i>Cornu aspersum maximum</i> .....               | 30 |
| Υλικά & Μέθοδοι .....                             | 31 |
| Διχτυοκήπιο .....                                 | 32 |
| Σύστημα υδρονέφωσης.....                          | 33 |
| Θερμοκρασία .....                                 | 33 |
| Μετεωρολογικός σταθμός.....                       | 34 |
| Μετρήσεις.....                                    | 34 |
| Πειραματική εκτροφή σαλιγκαριών .....             | 35 |
| Παραγωγικά χαρακτηριστικά που αξιολογήθηκαν ..... | 36 |
| Στατιστική επεξεργασία.....                       | 37 |

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| Διαδικασία δειγματοληψίας ..... | 37 |
| Δείκτες εκτροφής .....          | 38 |
| Αποτελέσματα .....              | 40 |
| Συζήτηση .....                  | 46 |
| Συμπεράσματα .....              | 48 |
| Βιβλιογραφία.....               | 49 |

## **Εισαγωγή**

### **Ιστορική αναδρομή**

Τα σαλιγκάρια είναι γνωστό ότι καταναλώνονται από την προϊστορική εποχή, με πρώτους τους Ρωμαίους να έχουν ασχοληθεί με την εκτροφή τους πριν από 2000 χρόνια (Lirette et al. 1992). Συγκεκριμένα αναφέρεται ότι διατηρούσαν σαλιγκάρια σε ειδικούς κήπους για την πάχυνσή τους πριν την κατανάλωση και ότι επέλεγαν τα καλύτερα για να τα χρησιμοποιήσουν ως γεννήτορες (Μαρκάκης, 1990). Επιπλέον σε αρχαία κείμενα, όπως του Ιπποκράτη, γίνεται λόγος για τη χρήση τους για την αντιμετώπιση δερματικών και μη ασθενειών. Είναι γνωστό από την τότε εποχή, ότι η βλέννα των σαλιγκαριών έχει θεραπευτικές ιδιότητες.

Στη σύγχρονη εποχή, η ευρεία τους κατανάλωση άρχισε να παρατηρείται από τα τέλη του 19<sup>ου</sup> αιώνα, εξαιτίας κυρίως της ανάδειξής τους μέσα από τη γαστρονομική κουζίνα. Οι σημαντικότεροι καταναλωτές βρίσκονται στην Κεντρική Ευρώπη, με κυριότερους τους Γάλλους (Bonnet et al., 1990). Βέβαια, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια αύξηση της ζήτησης των σαλιγκαριών και από τη Μεγάλη Βρετανία και τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (Perry et al., 2017). Επιπρόσθετα, παρουσιάζεται υψηλή κατανάλωση του κρέατος των σαλιγκαριών και σε χώρες της Αφρικής, όπως Νιγηρία, Ακτή Ελαφαντοστού και Γκάνα (Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας-Παράρτημα Ανατολικής Μακεδονίας, 2010).

### **Θρεπτική αξία του σαλιγκαριού**

Το κρέας των σαλιγκαριών, εκτός από τη γαστρονομική προσέγγιση, αποτελεί ένα υψηλής διατροφικής ποιότητας τρόφιμο λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία, απαραίτητα αμινοξέα, πρωτεΐνες, υψηλές βιταμίνες και μεταλλικά στοιχεία (Thanonkaew et al., 2006). Μελέτες έχουν

αποδεικνύει ότι το σαλιγκάρι έχει υψηλή πρωτεϊνική αξία και ταυτόχρονα χαμηλή λιπιδική αξία (0,5-0,8%), πράγμα το οποίο το καθιστά ιδανικό τρόφιμο για μια υγιεινή και ισορροπημένη δίαιτα. Υπολογίζεται ότι περιέχει περίπου 13% πρωτεΐνη, που είναι σχεδόν ισάξια τιμή με αυτή των πουλερικών ή των ψαριών (Cheney, 1988). Η θερμιδική αξία του κρέατος των σαλιγκαριών είναι περίπου 60-90 θερμίδες στα 100 γραμμάρια κρέατος, η οποία είναι χαμηλή σε σύγκριση με άλλα κρέατα όπως το βοδινό, των πουλερικών και των ψαριών (Ταχτάτζης, 2013). Είναι τροφή με υψηλό ποσοστό υδατικού περιεχομένου, που ανέρχεται περίπου στο 73 - 89%. Επιπλέον, το κρέας είναι πλούσιο σε βιταμίνη Α, βιταμίνη Ε και έχει υψηλή περιεκτικότητα σε μέταλλα όπως ο σίδηρος, ο φώσφορος, το σελήνιο, ο χαλκός και το μαγνήσιο (Δεσποτοπούλου, 2006). Παρ'όλα αυτά υπάρχει σχετικά μικρή βιβλιογραφία πάνω στη διατροφική αξία των σαλιγκαριών. Η κατανάλωση βρώσιμων σαλιγκαριών στην Ευρώπη υπερβαίνει τους 100.000 τόνους (Morei et al., 2012; Οικονομού et al., 2012). Το εμπορικό ενδιαφέρον δεν περιορίζεται μόνο στην κατανάλωση αλλά και στο χώρο της φαρμακευτικής, της δερματολογίας και της αισθητικής (Bonnemain 2005, Tsoutsos et al. 2009)

### **Φαρμακευτικές χρήσεις**

Όπως έχει προαναφερθεί, υπάρχουν μαρτυρίες από την αρχαιότητα για τη χρήση φαρμακευτικών και θεραπευτικών παρασκευασμάτων με βάση το σαλιγκάρι. Ο Πλίνιος τα συνιστούσε για τους κοιλιακούς πόνους και τις ρινικές αιμορραγίες (Murphy, 2001). Ο Γαληνός και ο Ιπποκράτης τα θεωρούσαν ωφέλιμα για την υδρωπικία και την κήλη. Επιπλέον, η σάρκα του σαλιγκαριού μπορεί να καταναλωθεί από ανθρώπους με ηπατικά προβλήματα, αρτηριοσκλήρυνση και παχυσαρκία λόγω της χαμηλής ποσότητας σε λιπαρά οξέα. Για τη θεραπεία των ασθενειών μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο το κρέας του σαλιγκαριού όσο και η βλέννα (Parker, 2008).

Η βλέννα του σαλιγκαριού είναι ιξώδης, συνεκτική, ημιδιαφανής και με υψηλές λιπαντικές ιδιότητες. Η αφρώδης βλέννα εμπεριέχει μια ασυνήθιστη μορφή

κρυστάλλων του ασβεστίτη που ευθύνεται για τη στερεοποίηση της βλέννας κατά τη χειμερία νάρκη των σαλιγκαριών, το ονομαζόμενο επίφραγμα. Η ουσία αυτή θεωρείται εξαιρετική για τη θεραπεία σπασμένων οστών (Iguchi et al, 1982). Μετά από αναλύσεις, έχει βρεθεί επίσης πως η βλέννα περιέχει 7 φυσικά συστατικά που κατά κόρον χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία καλλυντικών με κάποια από αυτά να είναι η αλλαντοΐνη, η ελαστίνη, το κολλαγόνο κ.ά. (Parker 2008). Επιπλέον, το δηλητήριο που εκτοξεύει το κωνικό θαλάσσιο σαλιγκάρι καταπολεμά τον πόνο, χωρίς παρενέργειες και χωρίς να προκαλέσει εθισμό. Το φάρμακο που παρασκευάστηκε με βάση τη συγκεκριμένη ουσία ονομάζεται Prialt ή ziconotide και θεωρείται χίλιες φορές ισχυρότερο από τη μορφίνη (Bonnemain B, 2003).

## **Μορφολογία και ανατομία σαλιγκαριών**

### **Ταξινομική θέση**

Το σαλιγκάρι ανήκει στο φύλο των Μαλακίων (Mollusca), το οποίο είναι ένα από τα μεγαλύτερα ζωικά φύλα μετά τα Αρθρόποδα (Arthropoda) και στην κλάση Γαστερόποδα (Gastropoda). Η συγκεκριμένη κλάση περιλαμβάνει την πλειονότητα των σύγχρονων ειδών μαλακίων και σύμφωνα με την παλιότερη κατάταξη διαιρείται σε τρεις υποκλάσεις : τα Προσοβράγχια (Prosobranchia), τα οποία αναπνεύουν με βράγχια που βρίσκονται στο πρόσθιο μέρος του σώματος π.χ. πεταλίδες, τα Οπισθοβράγχια (Opisthobranchia), των οποίων τα βράγχια βρίσκονται στο οπίσθιο μέρος του σώματος π.χ. θαλάσσια γυμνοσαλιγκάρια και τα Πνευμονοφόρα (Pulmonata), τα οποία αναπνέουν με πνεύμονα που αποτελεί τροποποίηση του μανδύα π.χ. τα περισσότερα σαλιγκάρια και γυμνοσαλιγκάρια που ζούν στη χέρσο και στα γλυκά νερά. Τα Πνευμονοφόρα σαλιγκάρια με τη σειρά τους, διαιρούνται στα Βασομματοφόρα (Basommatophora), τα οποία ζουν στα γλυκά νερά και στα Στυλομματοφόρα (Stylommatophora), όπου ανήκουν τα χερσαία σαλιγκάρια. Τα χερσαία γαστερόποδα προέρχονται από θαλάσσιους

προγόνους, που σταδιακά εγκαταστάθηκαν στη στεριά είτε μέσω ενδιάμεσων ενδιαιτημάτων γλυκού νερού, όπως λίμνες και ποτάμια, είτε απευθείας μέσω των παράκτιων ενδιαιτημάτων.

Σήμερα η συστηματική κατάταξη των γαστερόποδων είναι ρευστή. Μετά το 2000, η ταξινομήση εκτός από τα μορφολικά δεδομένα, λαμβάνει υπόψη της και μοριακά δεδομένα καθώς και την αναθεωρημένη κλαδιστική συστηματική, που αναγνωρίζει μόνο μονοφυλετικές ομάδες. Έτσι τα τελευταία δεδομένα δείχνουν ότι τα Προσοβράγχια είναι παραφυλετικά. Τα Οπισθοβράγχια πιθανώς να είναι παραφυλετικά, αλλά τα Οπισθοβράγχια μαζί με τα Πνευμονοφόρα φαίνεται να απαρτίζουν μια μονοφυλετική ομάδα. Ο αριθμός των υποκλάσεων των γαστερόποδων καθώς και οι μεταξύ τους σχέσεις παραμένουν αντίκειμενα διαφωνίας. Για λόγους όμως ευκολίας και οργάνωσης συνεχίζουμε να χρησιμοποιούμε τους όρους Προσοβράγχια και Οπισθοβράγχια, λαμβάνοντας υπόψη ότι μπορεί να μην είναι σε ισχύ.

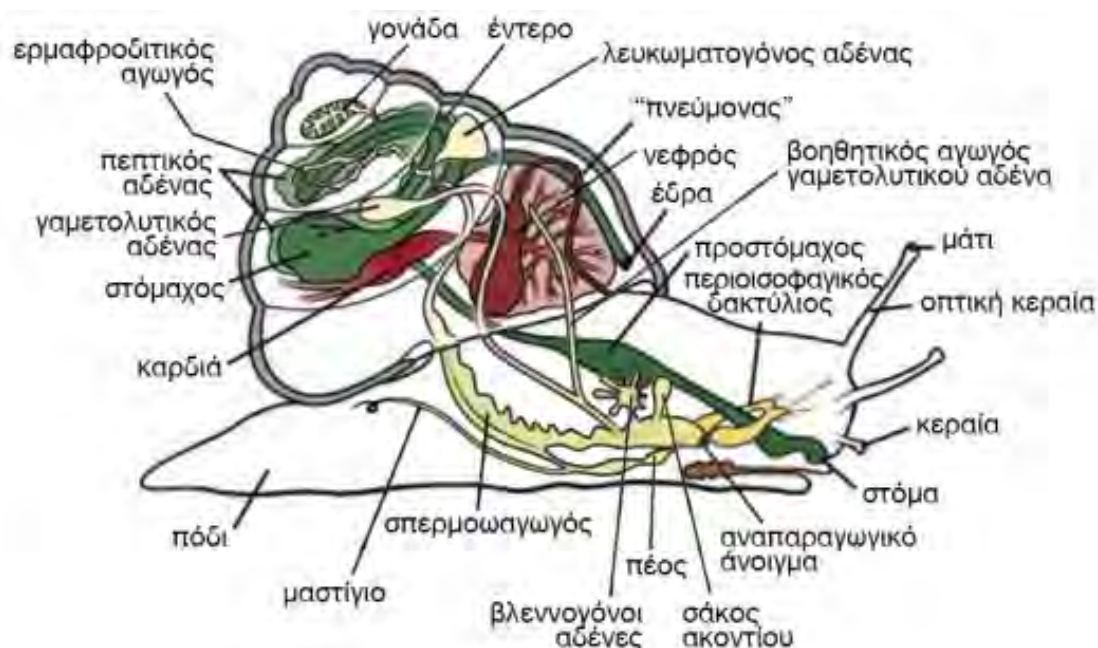
Η συστηματική κατάταξη για τα Πνευμονοφόρα χερσαία σαλιγκάρια είναι η εξής :

|                                         |                                |
|-----------------------------------------|--------------------------------|
| <b>ΦΥΛΟ :</b>                           | ΜΑΛΑΚΙΑ ( MOLLUSCA )           |
| <b>ΚΛΑΣΗ :</b>                          | ΓΑΣΤΕΡΟΠΟΔΑ ( GASTROPODA )     |
| <b>ΚΛΑΔΟΣ ( CLADE ) :</b>               | ΕΤΕΡΟΒΡΑΓΧΙΑ ( HETEROBRACHIA ) |
| <b>ΑΤΥΠΗ ΟΜΑΔΑ ( INFORMAL GROUP ) :</b> | ΠΝΕΥΜΟΝΟΦΟΡΑ ( PULMONATA )     |
| <b>ΚΛΑΔΟΣ ( CLADE ) :</b>               | ΕΥΡΥΛΜΟΝΑΤΑ                    |
| <b>ΚΛΑΔΟΣ ( CLADE ) :</b>               | STYLOMMATOPHORA                |

## Γενικά μορφολογικά χαρακτηριστικά

Τα σαλιγκάρια έχουν μαλακό σώμα, όπως όλα τα μαλάκια (εξού και η ονομασία), το οποίο προστατεύεται εξωτερικά από κέλυφος. Το σώμα των σαλιγκαριών αποτελείται από ένα τμήμα που περιλαμβάνει το κεφάλι και το πόδι και από ένα άλλο τμήμα που περιλαμβάνει τη σπλαχνική μάζα. Η θέση των διαφόρων λειτουργικών συστημάτων ενός χερσαίου σαλιγκαριού φαίνονται παρακάτω στην Εικόνα 1.

Το τμήμα κεφαλής-ποδιού είναι η πιο δραστήρια περιοχή, η οποία περιλαμβάνει τα όργανα τροφοληψίας, τα κεφαλικά αισθητήρια όργανα και τα όργανα κίνησης. Η λειτουργία αυτού του τμήματος εξαρτάται κυρίως από μυϊκή δραστηριότητα. Η σπλαχνική μάζα είναι το τμήμα που περιλαμβάνει το υπόλοιπο πεπτικό σύστημα, τα κυκλοφορικά, αναπνευστικά, απεκκριτικά και αναπαραγωγικά όργανα και η λειτουργία της βασίζεται κυρίως σε βλεφαριδοφόρους αγωγούς.

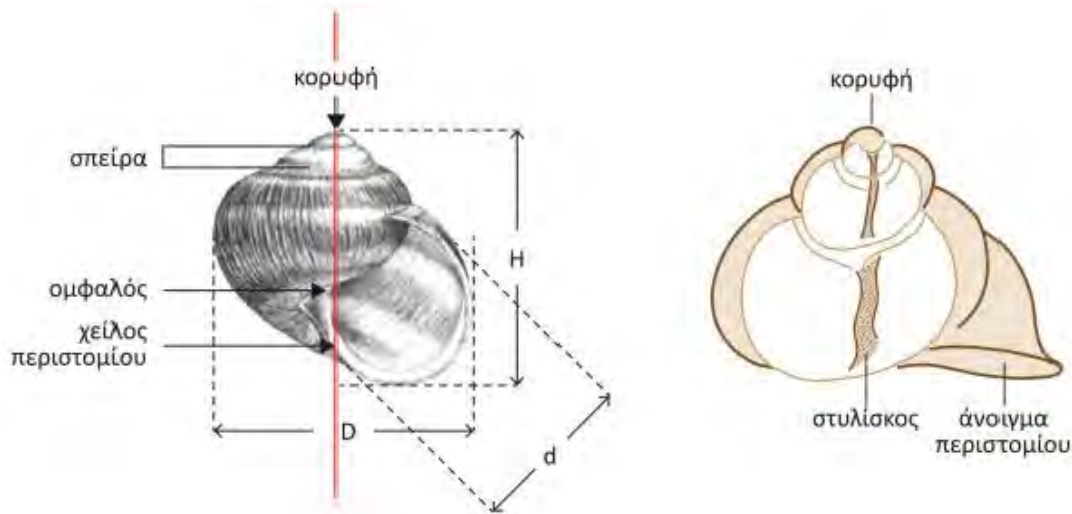


Εικόνα 1. Σχεδιαστική απεικόνιση της γενικής οργάνωσης ενός σαλιγκαριού, όπου φαίνονται οι θέσεις των διαφόρων λειτουργικών συστημάτων (Πηγή: Μ.Χατζηϊωάννου, Βιολογία & Εκτροφή Γαστερόποδων, Σαλιγκαροτροφία)

Η σπλαχνική μάζα είναι μόνιμα προστατευμένη στο εσωτερικό του κελύφους. Το πόδι σε αντίθεση, βγαίνει προς τα έξω όταν το σαλιγκάρι έρπεται, τρέφεται ή ζευγαρώνει και αποσύρεται μέσα στο κέλυφος σε περιόδους χειμερίας νάρκης. Το σώμα του σαλιγκαριού ενώνεται με το κέλυφος μέσω ενός μυ που ονομάζεται μυς του στυλίσκου. Η απόσυρση του ποδιού επιτυγχάνεται με την σύσπαση του στυλίσκου και προσφύεται γύρω από τον άξονα περιέλιξης του κελύφους. Κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής και χειμερινής νάρκης, το σαλιγκάρι αποσύρει ολόκληρο το σώμα του μέσα στο κέλυφος και κλείνει το άνοιγμα του κελύφους με μια μεμβράνη η οποία σχηματίζεται από αποξηραμένη βλέννα και αποθέσεις ασβεστίου και ονομάζεται επίφραγμα. Όταν το σαλιγκάρι ξυπνήσει από τη νάρκη, απορρίπτει το επίφραγμα και ξαναδραστηριοποιείται.

## **Κέλυφος**

Τα νεοεκκολαπτόμενα σαλιγκάρια έχουν τη μορφή του ενηλίκου, καθώς τα χερσαία σαλιγκάρια δεν έχουν προνυμφικά στάδια. Από την στιγμή που τα νεαρά σαλιγκάρια εκκολάπτονται, είναι εμφανής η απαρχή του κελύφους τους, η οποία ονομάζεται πρωτοκόγχη. Σε εκείνη τη χρονική στιγμή το κέλυφος είναι μαλακό και διάφανο. Με αφετηρία την πρωτοκόγχη δημιουργούνται διαδοχικά μεγαλύτερες σπείρες, οι οποίες περιελίσσονται γύρω από έναν κεντρικό άξονα που ονομάζεται στυλίσκος (Εικόνα 2). Τα κελύφη των σαλιγκαριών μπορεί να είναι είτε δεξιόστροφα είτε αριστερόστροφα, με την πλειονότητα να είναι δεξιόστροφα. Υπάρχουν βέβαια και οικογένειες σαλιγκαριών όπου τα περισσότερα είδη είναι αριστερόστροφα, ενώ άλλες που έχουν ίδιο περίπου αριθμό δεξιόστροφων και αριστερόστροφων. Ο διαχωρισμός αυτός γίνεται εύκολα αντιληπτός, αν κρατήσουμε το κέλυφος του σαλιγκαριού με το άνοιγμα του περιστομίου προς το μέρος μας και προς τα κάτω.



Εικόνα 2. Σχεδιαστική απεικόνιση του κελύφους ενός χερσαίου σαλιγκαριού, όπου d: άνοιγμα περιστομίου, D: διάμετρος κελύφους και H: ύψος κελύφους (αριστερά). Σχεδιαστική απεικόνιση της εσωτερικής διαμόρφωσης των σπειρών και του στυλίσκου (δεξιά) (Πηγή: Μ.Χατζηωάννου, Βιολογία & Εκτροφή Γαστερόποδων, Σαλιγκαροτροφία)

Το κέλυφος των σαλιγκαριών αποτελείται από οργανικά και ανόργανα συστατικά. Το κύριο ανόργανο συστατικό του είναι ο ασβεστίτης ή αραγωνίτης (ανθρακικό ασβέστιο), το οποίο αντιπροσωπεύει από 0,1 έως 5 % του συνολικού βάρους του κελύφους. Η δημιουργία του κελύφους γίνεται από αδενικά κύτταρα που βρίσκονται στο χείλος του μανδύα στην περιοχή του περιστομίου, τα οποία εκκρίνουν ασβεστικό υλικό. Η αύξηση γίνεται αποκλειστικά από την άκρη του περιστομίου, ενώ η πάχυνση γίνεται σε ολόκληρο το κέλυφος από αδενικά κύτταρα διασκορπισμένα στην επιφάνεια του μανδύα. Τα κύτταρα αυτά εκκρίνουν άμορφο ανθρακικό ασβέστιο που αποτίθεται στην εσωτερική πλευρά του κελύφους, με αποτέλεσμα την πάχυνση και ταυτόχρονα τη σκλήρυνσή του. Ο μηχανισμός πάχυνσης χρησιμοποιείται και για να επιδιόρθωθεί το κέλυφος μετά από τραυματισμό. Τα σημεία στα οποία το κέλυφος έχει σπάσει ή καταστραφεί καλύπτονται εσωτερικά από το άμορφο ανθρακικό ασβέστιο και είναι εμφανής η επιδιόρθωση σε σύγκριση με το υπόλοιπο κέλυφος που καλύπτεται από το περίοστρακο. Ο μηχανισμός επιδιόρθωσης του κελύφους ενεργοποιείται πολύ γρήγορα μετά τον τραυματισμό π.χ. στο *Helix pomatia* έχει παρατηρηθεί μέσα σε 30 min (Εικόνα 3.). Η αύξηση του κελύφους δεν είναι συνεχής και μπορεί να διακοπεί

για διάφορους λόγους αρκετές φορές πριν την επίτευξη της γεννητικής ωρίμανσης (Εικόνα 3.). Οι διακοπές αυτές είναι ορατές πάνω στα κελύφη των χερσαίων σαλιγκαριών. Όταν τα σαλιγκάρια ωριμάσουν γεννητικά σταματάει η αύξηση του κελύφους και το χείλος του περιστομίου γυρίζει καλύπτοντας σε πολλά είδη το άνοιγμα που βρίσκεται στη βάση του άξονα περιέλιξης του κελύφους (ομφαλός) (Εικόνα 3.).



Εικόνα 3. Σαλιγκάρια του είδους *Helix lucorum* σε νάρκη. Το άνοιγμα του περιστομίου καλύπτεται από το επίφραγμα. Στα αριστερά, το σαλιγκάρι είναι γεννητικά ανώριμο, το περιστόμιο δεν είναι εντελώς γυρισμένο και διακρίνεται ο ομφαλός (κόκκινο βέλος). Στα δεξιά, το σαλιγκάρι είναι γεννητικά ώριμο, το περιστόμιο είναι γυρισμένο και ο ομφαλός δεν διακρίνεται. (Πηγή: Μ.Χατζηωάννου, Βιολογία & Εκτροφή Γαστερόποδων, Σαλιγκαροτροφία)

Το ασβέστιο αποτελεί βασικό συστατικό του σώματος των σαλιγκαριών. Εκτός από το σχηματισμό, την πάχυνση και την επιδιόρθωση του κελύφους, το ασβέστιο βοηθάει στην ομοιοστάση του pH, το σχηματισμό του κελύφους των αυγών, τη ρύθμιση ανθεκτικότητας στην ψύξη κ.ά. Σημαντικό ρόλο παίζει και στο σχηματισμό του επιφράγματος κατά τη διάρκεια της χειμερινής και θερινής νάρκης (Εικόνα 3.). Ακόμη αποτελεί ένα από τα συστατικά της βλέννας του σωματικού περιβλήματος. Επιπλέον, η βλέννα που παράγει το σαλιγκάρι κατά τη δραστηριότητά του είναι παχύρρευστη και με υψηλή περιεκτικότητα σε άλας

ασβεστίου. Τα σαλιγκάρια προμηθεύονται το απαιτούμενο ανθρακικό ασβέστιο είτε από την τροφή τους είτε από το έδαφος μέσω της επιφάνειας του ποδιού τους.

## **Κεφάλι – Πόδι**

Όπως έχει προαναφερθεί το σώμα του σαλιγκαριού διακρίνεται στο κεφάλι, το πόδι και το κύριως σώμα. Το κεφάλι και το πόδι εκτείνονται εκτός του κελύφους και είναι ορατά, όταν το σαλιγκάρι είναι δραστήριο.

Στο πρόσθιο τμήμα του ποδιού βρίσκεται το κεφάλι, όπου υπάρχει η στοματική κοιλότητα και δύο ζευγάρια κεραίων. Το στόμα του σαλιγκαριού βρίσκεται στο κάτω μέρος του σώματος και αποτελείται από δύο βασικές δομές, τη σιαγόνα και το ξύστρο. Το ξύστρο τεμαχίζει την ύλη που πιέζει πάνω του η σιαγόνα. Στα χείλη του στόματος βρίσκονται σημαντικοί χημειοευαισθητήρες, που μεταδίδουν χημικά σήματα, όταν τα χείλη έρθουν σε επαφή με διάφορες χημικές ουσίες. Όσον αφορά τις κεραίες, το μακρύτερο ζευγάρι που βρίσκεται στο ανώτερο σημείο του κεφαλιού είναι οι οφθαλμικές κεραίες και από κάτω βρίσκεται το δεύτερο κοντύτερο ζευγάρι κεραίων, οι αισθητηριακές. Το δεύτερο ζευγάρι κεραίων λειτουργεί κυρίως ως αισθητήρας αφής και ως χημειοϋποδοχής. Τα δύο ζεύγη κεραίων είναι συσταλτά και μπορούν να αποσύρονται στο εσωτερικό του σώματος, χαρακτηριστικό γνώρισμα των χερσαίων πνευμονοφόρων σαλιγκαριών (Stylommatophora), σε αντίθεση με τα πνευμονοφόρα σαλιγκάρια των γλυκών νερών (Basommatophora) που έχουν ένα ζεύγος μη συσταλτών κεραίων. Επιπλέον, τα δύο ζεύγη κεραίων έχουν στο άκρο τους όργανα όσφρησης. Η όσφρηση σε αντίθεση με την όραση, είναι πιο σημαντική αίσθηση καθώς τα χερσαία σαλιγκάρια δραστηριοποιούνται κυρίως κατά τη διάρκεια της νύχτας. Κάτω από το στόμα, στο όριο κεφαλιού και ποδιού βρίσκεται και ο γεννητικός πόρος (Hickman 2011).

Το πόδι αποτελεί το όργανο κίνησης του σαλιγκαριού και είναι αυτό που έρχεται σε επαφή με το έδαφος και το κινεί. Η κίνηση γίνεται μέσω διαδοχικών συστολών των μυών του ποδιού, με τις οποίες το σαλιγκάρι κινείται προς τα μπροστά. Απαραίτητη για την κίνηση είναι η βλέννα που εκκρίνεται από το

επιθήλιο του ποδιού και την αφήνει πίσω κατά τη μετακίνησή του. Σε περίπτωση υψηλής υγρασίας όπου η βλέννα απορροφάει μεγάλη ποσότητα νερού και χάνεται η επαφή με το έδαφος το αποτέλεσμα είναι να ακινητοποιείται το σαλιγκάρι.

Η βλέννα αποτελείται κυρίως από νερό (89–98%) και οφείλει τις συγκολλητικές της ιδιότητες σε μακρομόρια π.χ. γλυκοπρωτεΐνες και σύνθετους υδρατάνθρακες. Επιπλέον έχει υγροσκοπικές ιδιότητες και μπορεί να απορροφήσει μεγάλες ποσότητες νερού λειτουργώντας και ως λιπαντικό. Εκτός από την κίνηση και την ενυδάτωση που προσφέρει η βλέννα, πολλά σαλιγκάρια σε περίπτωση που αισθανθούν απειλή εκκρίνουν αφρώδη βλέννα που τα προστατεύει από τους θηρευτές τους. Ακόμη, ανάλογα με τις ανάγκες του σαλιγκαριού, οι μηχανικές ιδιότητες της βλέννας μεταβάλλονται και άλλοτε συμπεριφέρεται ως στερεό ή κολλοειδές πήγμα ώστε να κολλάει στις επιφάνειες και άλλοτε ως υγρό με αποτέλεσμα να μπορεί να γλιστράει.

Τέλος, μέσα στα ποδικά γάγγλια του νευρικού συστήματος βρίσκονται οι στατοκύστες που είναι αισθητήρια όργανα και παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανιχνεύση της διεύθυνσης της βαρύτητας. Οι στατοκύστες βοηθούν στον προσανατολισμό που αφορά τα κάθετα υποστρώματα, ειδικότερα όταν τα σαλιγκάρια σκάβουν για να αποθέσουν τα αυγά τους ή όταν πέφτουν σε νάρκη.

### **Σπλαχνική μάζα – Μανδύας**

Η σπλαχνική μάζα αποτελεί το σαρκώδες τμήμα του σαλιγκαριού, περιλαμβάνει τα περισσότερα όργανά του και προστατεύεται εξωτερικά από το κέλυφος. Ένας μανδύας καλύπτει τη σπλαχνική μάζα και είναι μοναδικό γνώρισμα του φύλου. Αυτός ο μανδύας είναι μια διαφοροποιημένη επιδερμίδα και αποτελεί έναν ανθεκτικό ιστό που αναδιπλώνεται στο πρόσθιο τμήμα του σώματος σχηματίζοντας τη μανδυακή κοιλότητα, η οποία προστατεύει τα όργανα. Η πάνω επιφάνεια του μανδυακού ιστού είναι ιδιαίτερα λεπτή και αγγειοβριθής. Στη περιοχή του περιστομίου ο μανδύας γίνεται πιο παχύς και σχηματίζει ένα χείλος που εφάπτεται στο κέλυφος και περιορίζει την απώλεια νερού από τη σπλαχνική

μάζα. Στο χείλος του μανδύα εντοπίζεται το πνευμονόστομα, ένα κυκλικό άνοιγμα μέσω του οποίου η μανδυακή κοιλότητα επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον.

Η βασική λειτουργία του μανδύα στα σαλιγκάρια είναι η αναπνοή. Αυτή επιτελείται στη μανδυακή κοιλότητα η οποία έχει διαμορφωθεί ως ένας απλός πνεύμονας. Από το όργανο αυτό παίρνουν το όνομά τους τα πνευμονοφόρα γαστερόποδα, στα οποία, όπως έχει προαναφερθεί, ανήκουν τα περισσότερα χερσαία σαλιγκάρια καθώς και κάποια σαλιγκάρια που ζουν στα γλυκά νερά. Επιπλέον έχει προστατευτικό ρόλο αφού καλύπτει τα περισσότερα όργανα. Τέλος τα αδενικά κύτταρα του χείλους του μανδύα αλλά και τα διάσπαρτα αδενικά κύτταρα σε ολόκληρη την επιφάνειά του συμβάλουν στη δημιουργία και την επιδιόρθωση του κελύφους.

### **Κυκλοφορικό σύστημα**

Το κυκλοφορικό σύστημα των χερσαίων σαλιγκαριών είναι ανοικτό, δηλαδή το αίμα ρέει ελεύθερα στη σωματική κοιλότητα και περιλούζει τα όργανα στα οποία μεταφέρει οξυγόνο. Η καρδιά είναι δίχωρη και βρίσκεται μέσα σε ένα μανδύα (περικάρδιο) στο ραχιαίο τμήμα του μανδύα. Οι χτύποι της καρδιάς εξαρτώνται από τη δραστηριότητα του σαλιγκαριού και την εξωτερική θερμοκρασία π.χ. όταν το σαλιγκάρι πέφτει σε χειμερία νάρκη ή θερινό ύπνο οι χτύποι της καρδιάς είναι έως και 5 ανά λεπτό. Στη σωματική κοιλότητα το αίμα αναμιγνύεται με λεμφικά υγρά και για αυτό ονομάζεται αιμόλεμφος. Εκτός από την αναπνοή, η αιμόλεμφος δρα και ως “υδροσκελετός” και παρέχει σταθερότητα στο μαλακό σώμα των σαλιγκαριών, αφού δε φέρουν σκελετικό σύστημα. Επιπλέον, παίζει ρόλο στην εφαρμογή υδραυλικής πίεσης σε τμήματα του σώματος ώστε αυτά να μπορούν να συσταλθούν π.χ. συστολή των κεραιών (Brusca, Brusca 2003).

## **Απεκκριτικό σύστημα**

Το απεκκριτικό σύστημα των πνευμονοφόρων σαλιγκαριών έχει σημαντικές διαφοροποιήσεις στο νεφρό σε σύγκριση με αυτό των προσοβράγχιων, που είναι όμοιο με των θαλάσσιων προγόνων τους. Ο νεφρός των χερσαίων πνευμονοφόρων σαλιγκαριών αποτελείται από πολυάριθμα διαφράγματα που αυξάνουν την επιφάνεια διήθησης. Το υγρό που διηθείται προέρχεται είτε από το περικάρδιο είτε από την αιμόλεμφο και το προϊόν απέκκρισης του νεφρού είναι το ουρικό οξύ.

## **Πεπτικό σύστημα**

Το πεπτικό σύστημα αποτελείται από τον πεπτικό σωλήνα (στοματική μάζα, οισοφάγος, προστόμαχος, στόμαχος, έντερο, έδρα) και τους αδένες (σιελογόνοι αδένες και πεπτικός ή ηπατοπαγκρεατικός αδένας) που είναι προσασθημένοι σε αυτόν. Το σύστημα αυτό είναι υπεύθυνο για την πρόσληψη, τη μεταφορά και την αποθήκευση της τροφής που έχει ως αποτέλεσμα την πέψη και την απορρόφηση των θρεπτικών ουσιών από το σαλιγκάρι και το σχηματισμό των απεκκριμάτων.

## **Νευρικό σύστημα**

Το νευρικό σύστημα των γαστερόποδων (εκτός από τα κεφαλόποδα) είναι διαφορετικό από αυτό των σπονδυλωτών, αφού δε φέρουν εγκέφαλο. Τα περισσότερα νεύρα των σαλιγκαριών συγκεντρώνονται σε γάγγλια, τα οποία είναι διασκορπισμένα σε όλο το σώμα του σαλιγκαριού και με την πλειονότητα αυτών να είναι σε ζευγάρια. Οι σημαντικότεροι τύποι γαγγλίων είναι τα εγκεφαλικά, τα γάγγλια του ποδικού δίσκου, τα στοματικά γάγγλια του φάρυγγα (Hickman 2011), τα πλευρικά και τα βρεγματικά γάγγλια του μανδουακού χιτώνα και τα σπλαχνικά γάγγλια των εσωτερικών οργάνων. Τα γάγγλια του ίδιου τύπου συνδέονται με πλευρικές συνδέσεις σχηματίζοντας συναρθρώσεις, ενώ τα γάγγλια διαφορετικών τύπων συνδέονται με διαμήκεις συνδέσεις. Στα πνευμονοφόρα σαλιγκάρια, που

θεωρούνται τα πλέον εξελιγμένα, τα εγκεφαλικά, ποδικά και τα πλευρικά γάγγλια συγκεντρώνονται και δημιουργούν ένα νευρικό δακτύλιο γύρω από τον οισοφάγο (περιοισοφαγικός δακτύλιος). Τα εγκεφαλικά και τα πλευρικά γάγγλια βρίσκονται στο πίσω μέρος του οισοφάγου, ενώ τα ποδικά γάγγλια τοποθετούνται κοιλιακά.

### **Αναπαραγωγικό σύστημα**

Η αναπαραγωγή στα χερσαία γαστερόποδα χαρακτηρίζεται από εσωτερική γονιμοποίηση με συχνά πολύπλοκη προσυζευτική συμπεριφορά και άμεση ανάπτυξη χωρίς ελεύθερα προνυμφικά στάδια. Τα πνευμονοφόρα σαλιγκάρια είναι ερμαφρόδιτα σε αντίθεση με τα προσοβράγχια που είναι γονοχωριστικά. Σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως για παράδειγμα στο γένος *Crepidula*, έχει παρατηρηθεί μια ιδιότυπη μορφή ερμαφροδιτισμού, όπου τα άτομα σε νεαρή ηλικία είναι αρσενικά και στη συνέχεια γίνονται θηλυκά (περίπτωση διαδοχικού ερμαφροδιτισμού με εκδηλωμένη πρωτανδρία). Τέλος, επικρατέστερη μέθοδος αναπαραγωγής είναι η ετερογονιμοποίηση και η ωοτοκία, ενώ σε μερικά είδη έχει παρατηρηθεί η αυτογονιμοποίηση και η ωοζωοτοκία.

Το αναπαραγωγικό σύστημα των χερσαίων σαλιγκαριών είναι πολύπλοκο, με τα τμήματά του να επιτελούν εξειδικευμένες λειτουργίες. Ξεκινάει από το αναπαραγωγικό άνοιγμα που βρίσκεται στη δεξιά μεριά του κεφαλιού και εκτείνεται μέχρι το αντίθετο άκρο του σώματος που καταλήγει στη γονάδα. Η ερμαφρόδιτη γονάδα, στα περισσότερα χερσαία σαλιγκάρια, είναι τοποθετημένη στην κορυφαία σπύρα του κελύφους και είναι ο αδένας που παράγει τα σπερματοζωάρια και τα ωάρια. Τα σπερματοζωάρια παράγονται συνεχώς στη γονάδα, απελευθερώνονται και αποθηκεύονται στον ερμαφρόδιτο αγωγό, ενώ τα ωάρια την εγκαταλείπουν λίγο πριν τη γονιμοποίηση. Ο ερμαφρόδιτος αγωγός εκβάλλει στο χώρο γονιμοποίησης, ο οποίος χώρος μαζί με τη σπερματοθήκη αποτελεί ένα σύμπλοκο όργανο που συχνά είναι ενσωματωμένο στο λευκωματογόνο ή αλβουμινικό αδέν (παράγει αλβουμινικό υγρό, που επικαλύπτει τα γονιμοποιημένα αυγά όταν εξέρχονται από τη σπερματοθήκη). Στο χώρο

γονιμοποίησης επιτελείται η γονιμοποίηση των ωαρίων του κάθε ατόμου από το ξένο σπέρμα (αλλόσπερμα), το οποίο έχει αποθηκευτεί στη σπερματοθήκη μετά τη σύζευξη. Το αλλόσπερμα μπορεί να παραμείνει στα σωληνάκια της σπερματοθήκης για μεγάλο χρονικό διάστημα. Από το χώρο γονιμοποίησης διέρχεται και το σπέρμα του ίδιου του ατόμου (αυτόσπερμα), που παράγεται στη γονάδα, πριν συνεχίσει την πορεία του μέσω του σπερμωαγωγού. Ο ρόλος του σπερμωαγωγού είναι διπλός, αφού από τη μία αποτελεί κανάλι μεταφοράς του σπέρματος (αυτο/αλλοσπέρματος) από και προς το σύμπλοκο σπερματοθήκης - χώρου γονιμοποίησης και από την άλλη αποτελεί τον αγωγό που διέρχονται τα γονιμοποιημένα ωάρια. Το τελικό σημείο του σπερμωαγωγού είναι η μήτρα.

Υπάρχουν όργανα που έχουν αποκλειστικά αρσενική ή αντίστοιχα θηλυκή λειτουργία. Τα τμήματα με αρσενική λειτουργία είναι το απαγωγό κανάλι του σπέρματος, ο επίφαλλος, το μαστίγιο και το πέος ενώ τα τμήματα με θηλυκή λειτουργία είναι ο γαμετολυτικός αδένας και ο βοηθητικός αγωγός του γαμετολυτικού αδένος. Όσον αφορά το σάκο του ακοντίου μαζί με το ακόντιο, παρόλο που κατατάσσονται στα θηλυκά τμήματα, η δράση τους ωφελεί την αρσενική λειτουργία του σαλιγκαριού.

Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της αναπαραγωγικής συμπεριφοράς των σαλιγκαριών είναι η εκτόξευση ενός ακόντιου. Το σαλιγκάρι σχηματίζει το ακόντιο όταν βρίσκεται σε γεννητική ωρίμανση. Πρόκειται για μια σκληρή ασβεστώδη ή χιτινώδη βελόμορφη δομή που περιβάλλεται από βλέννα. Η βλέννα περιέχει ορμόνες, οι οποίες επιτρέπουν στο σπέρμα να διατηρηθεί ενεργό περισσότερο χρόνο, με αποτέλεσμα την εξασφάλιση αυξημένης αναπαραγωγικής επιτυχίας. Το ακόντιο εκτοξεύεται κατά τη διάρκεια του ζευγαρώματος αλλά πριν τη σύζευξη και δεν αποκολλάται από το δότη. Αν τα δύο ζώα δεν ευθυγραμμιστούν σωστά μεταξύ τους, το ακόντιο μπορεί να αστοχήσει και να μην χτυπήσει καθόλου το σύντροφό του. Οι θέσεις όπου εκτοξεύεται το ακόντιο είναι συνήθως το σωματικό τοίχωμα, ο μανδύας, το κεφάλι κ.ά. Σε αυτό το σημείο να τονισθεί ότι η εκτόξευση του ακοντίου δεν είναι απαραίτητη για την επίτευξη του ζευγαρώματος. Έχει παρατηρηθεί τα σαλιγκάρια να ζευγαρώνουν επιτυχώς χωρίς να έχει προηγηθεί εκτόξευση του ακοντίου καθώς και περιπτώσεις όπου η επιτυχημένη εκτόξευση δεν

οδήγησε σε ζευγάρωμα. Το ακόντιο μετά την εκτόξευσή του χρειάζεται περίπου 5 με 7 ημέρες για την αναδόμηση του.

### Εκτροφή σαλιγκαριών

Η ανάπτυξη της εκτροφής των σαλιγκαριών είναι αναγκαία, γιατί η αυξανόμενη ζήτησή τους στη σύγχρονη εποχή δεν καλύπτεται από τους φυσικούς πληθυσμούς, που μειώνονται για διάφορους λόγους (αλόγιστη συλλογή, φυτοφάρμακα, λιπάσματα, πυρκαγιές κ.α.). Ακόμη η συλλογή φυσικών πληθυσμών σαλιγκαριών χωρίς επαρκή έλεγχο μπορεί να οδηγήσει σε αμφίβολης ποιότητας προϊόντα στην αγορά.

Η συστηματική εκτροφή σαλιγκαριών για κατανάλωση αναπτύχθηκε κυρίως στη Γαλλία και στην Ιταλία και εξαπλώθηκε σε πολλές άλλες χώρες της Ευρώπης (Ισπανία, Πορτογαλία, Γερμανία, Βέλγιο, Ρουμανία, Πολωνία) αλλά και στη Βόρεια Αφρική (Μαρόκο, Αλγερία). Εκτροφεία διαφόρων τύπων υπάρχουν και στην Αμερική, στην Ασία και στην Αυστραλία. Παγκόσμια 4 με 5 είναι τα εμπορεύσιμα είδη σαλιγκαριών, τα οποία αποτελούν και το αντικείμενο της βιομηχανικής μεταποίησης. Το *Cornu aspersum maximum* ή αλλιώς “Κρητικός κοχλιός” και στο παρελθόν γνωστό ως *Helix aspersa*, είναι το πρώτο σε προτίμηση για τους Ευρωπαίους με το *Helix pomatia* και το *Eobania vermiculata* να ακολουθούν, ενώ στην Αφρική και την Ασία παράγουν τα γιγάντια αφρικανικά σαλιγκάρια της οικογένειας Achatinidae.

Υπάρχουν πολλά συστήματα εκτροφής. Η πιο διαδεδομένη διάκριση είναι σε ανοικτά εκτροφεία ή σε κλειστές εγκαταστάσεις, αξιοποιώντας τη φυτική βλάστηση ή/και τεχνητά σιτηρέσια. Ακόμη μπορεί να υπάρξει και συνδυασμός κλειστού-ανοικτού τύπου (μικτή εκτροφή), υιοθετώντας τα χαρακτηριστικά και από τα δύο συστήματα. Σύμφωνα με το Αμερικάνικο Υπουργείο Γεωργίας, η διάκριση γίνεται σε τέσσερα συστήματα, αφού η κλειστή εκτροφή χωρίζεται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με την εγκατάσταση της εκμετάλλευσης. Με αυτόν τον τρόπο έχουμε την

ανοικτή εκτροφή σε υπαίθρια αγροκτήματα, την κλειστή εκτροφή σε κτήρια (με ελεγχόμενο κλίμα), την κλειστή σε κλειστά συστήματα (θερμοκήπια, διχτυοκήπια) και τη μικτή εκτροφή. Τέλος, με βάση τη σίτηση των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών και την πυκνότητα των εκτρεφόμενων ζώων (συνωστισμός ανά μονάδα επιφάνειας ή όγκου διαθέσιμου χώρου), η εκτροφή μπορεί να χαρακτηριστεί ως εκτατική, εντατική ή ημιεντατική.

### **Εκτροφή ανοιχτού τύπου – εκτατική εκτροφή**

Η εκτροφή ανοιχτού τύπου ή αλλιώς εκτατική εκτροφή, αποτελεί το παλιότερο σύστημα εκτροφής στη σαλιγκαροτροφία και συνδυάζει κτηνοτροφική και αγροτική παραγωγή. Τα σαλιγκάρια εκτρέφονται σε ανοιχτό χώρο και περιορίζονται με μια μόνο περίφραξη στην οποία περιλαμβάνονται και φυτά, που αποτελούν την μοναδική πηγή τροφή τους. Όλα τα στάδια του παραγωγικού κύκλου γίνονται μέσα στο αγρόκτημα τόσο για την αναπαραγωγή όσο και για την πάχυνση του είδους, σε ξεχωριστά διαμερισμάτα. Η έκταση που καλύπτει συνήθως είναι 2 έως 5 στρέμματα αλλά για μεγαλύτερη παραγωγή απαιτούνται πάνω από 20 στρέμματα. Στο εσωτερικό του αγροκτήματος τα φυτά και τα σαλιγκάρια τοποθετούνται σε επιμήκη ή τετράγωνα πεδία, με δική τους περίφραξη και διαδρόμους μεταξύ τους. Στον ίδιο χώρο του αγροκτήματος, στο 1/3 της έκτασης του, υπάρχουν και εγκαταστάσεις όπως αποθήκες, ψυγεία κ.ά.

Το έδαφος στο συγκεκριμένο είδος εκτροφής πρέπει να είναι γόνιμο, μαλακό, με καλή στράγγιση και ασβεστώδες ( $pH > 6,5$ ). Τα εκτρεφόμενα σαλιγκάρια απαιτούν μεγάλη ποσότητα ασβεστίου, γιατί το ασβέστιο αποτελεί κύριο συστατικό του σώματος τους (για την αύξηση και αναγέννηση του κελύφους και για το σχηματισμό επιφράγματος κατά τη διάρκεια της χειμερινής νάρκης). Για αυτό το λόγο μπορεί να προστεθεί στην τροφή τους ή να χορηγηθεί μεμονομένα ασβέστιο σε σκόνη. Πολλοί παραγωγοί επιλέγουν να ρίξουν μαρμαρόσκονη πάνω στα φυτά. Τα φυτά εκτός από πηγή τροφής των σαλιγκαριών, προσφέρουν καταφύγιο, σκίαση,

προστασία, το απαραίτητο για την κινητική τους προστασία περιβάλλον και εξασφαλίζουν την αναγκαία υγρασία για τη διαβίωση τους.

Η υψηλή υγρασία στον αέρα και στο εδαφικό υπόστρωμα είναι απαραίτητη για την κινητική και τροφοληπτική δραστηριότητα των σαλιγκαριών όπως και για την αναπαραγωγή και εναπόθεση των αυγών τους. Παρά το γεγονός ότι η εκτροφή γίνεται σε ανοιχτό χώρο, η φυσική βροχή δεν είναι αρκετή ούτε πάντοτε στην αναγκαία συχνότητα για να καλύψει τις απαιτήσεις σε υγρασία. Ο τύπος άρδευσης που χρησιμοποιείται για να επιτευχθεί το κατάλληλο ποσοστό υγρασίας είναι η υδρονέφωση μέσω τεχνητής βροχής (με αυτόματο ή χειροκίνητο σύστημα). Η συχνότητα ψεκασμού σχετίζεται με την εποχή και το μικροκλίμα που επικρατεί στην περιοχή. Συνήθως γίνεται απογευματινές ή βραδινές ώρες, κατά τη διάρκεια των οποίων δραστηριοποιούνται περισσότερο τα σαλιγκάρια. Τέλος χρειάζεται προσοχή κατά την άρδευση για να μην δημιουργηθεί λάσπη στο έδαφος επειδή υπάρχει κίνδυνος τα ζώα να παγιδευτούν σε αυτή.

Το βασικότερο πλεονέκτημα του συγκεκριμένου τύπου είναι ότι το ύψος επένδυσης και το κόστος εκτροφής είναι σχετικά χαμηλό. Από την άλλη όμως υπάρχει μεγάλη εξάρτηση από τις περιβαλλοντικές συνθήκες και τα σαλιγκάρια είναι εκτεθειμένα σε εχθρούς και ασθένειες, κατά συνέπεια παρατηρείται μικρότερη παραγωγικότητα.

### **Εκτροφή κλειστού τύπου – εντατική εκτροφή**

Η εκτροφή κλειστού τύπου ή αλλιώς εντατική εκτροφή, πραγματοποιείται σε κλειστό χώρο (κτήρια, θάλαμοι από πάνελ, διχτυοκήπια κ.ά.), όπου οι συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας και φωτισμού είναι ελεγχόμενες ή μερικώς ελεγχόμενες. Τα σαλιγκάρια τρέφονται με αποξηραμένα σιτηρέσια ή/και χλωρά φυτά π.χ. *Lactuca sativa*, *Brassica oleracea*. Κάποια εκτροφεία κλειστού τύπου μπορούν να διαθέτουν εγκαταστάσεις για να καλύψουν τα στάδια της αναπαραγωγής, επώασης και εκκόλαψης αυγών, ανάπτυξης ανώριμων ατόμων και τέλος της πάχυνσης των σαλιγκαριών.

Τα διχτυοκήπια για την εκτροφή των σαλιγκαριών είναι εγκαταστημένα σε επίπεδες εκτάσεις και κατασκευασμένα από έναν μεταλλικό σκελετό, ο οποίος καλύπτεται από μια σήτα σκίασης. Η σήτα σκίασης εξασφαλίζει τις κατάλληλες συνθήκες σχετικής υγρασίας, θερμοκρασίας και φωτισμού για την ανάπτυξη των σαλιγκαριών. Εξωτερικά τα πλαϊνά κάτω μέρη του διχτυοκήπιου προστατεύονται με γαλβανισμένα κυματοειδή χαλυβδοελάσματα ύψους 1m και πάχους 0,5 mm περίπου. Εσωτερικά στην οροφή του διχτυοκήπιου είναι εγκαταστημένο σύστημα υδρονέφωσης, το οποίο επιτυγχάνει την απαιτούμενη για τα σαλιγκάρια σχετική υγρασία (με ψεκασμό νερού). Όλη η εγκατάσταση είναι απαραίτητο να είναι θεμελιωμένη σε βάθος 1 m τουλάχιστον μέσα στη Γη. Συνήθως υπάρχει μία μόνο είσοδος, σε μερικά όμως διχτυοκήπια για τον καλύτερο αερισμό μπορεί να υπάρχουν και δύο πλαϊνά ανοίγματα.

Τα σαλιγκάρια τοποθετούνται σε περιφραγμένα διαμερίσματα με διαδρόμους μεταξύ τους. Κάποια διαμερισμάτα διαθέτουν ηλεκτροφόρο περίφραξη χαμηλής τάσης για την αποφυγή της διαφυγής των σαλιγκαριών. Ανάλογα με το παραγωγικό στάδιο των σαλιγκαριών, υπάρχουν διαφορετικά διαμερισμάτα αναπαραγωγής και πάχυνσης.

Τα πλεονεκτήματα αυτής της εκτροφής είναι η υψηλή παραγωγικότητα (4.500 έως 6000 kg το έτος ανά στρέμμα) και η μικρή εξάρτηση από αστάθμητους παράγοντες. Το μειονέκτημα είναι το μεγάλο κόστος εγκατάστασης και εξοπλισμού, όπως και το κόστος παραγωγής π.χ. είδος τροφής, διαχείριση ζωϊκού κεφαλαίου.

### **Εκτροφή μικτού τύπου**

Η μικτή εκτροφή σαλιγκαριών ή αλλιώς Γαλλικό μοντέλο περιλαμβάνει δύο στάδια, της αναπαραγωγής και της πάχυνσης. Το πρώτο στάδιο γίνεται σε κλειστό χώρο, μέσα σε ειδικούς κλωβούς, όπου επικρατούν ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας και φωτοπεριόδου. Συγκεκριμένα πριν αναπαραχθούν τα σαλιγκάρια, εγκληματίζονται σε θερμοκρασία 20°C την ημέρα και 17°C την νύχτα, σχετική υγρασία 75% και 95% αντίστοιχα και σε φωτοπερίοδο 18 ώρες φως και 6

ώρες σκοτάδι. Ακολουθεί η περίοδος επώασης (15 – 30 ημέρες) και εκκόλαψης (24 ώρες) των σαλιγκαριών. Στο δεύτερο στάδιο ο γόνος μεταφέρεται σε διχτυοκήπιο ή σε ανοιχτό αγρό με φυσικές συνθήκες. Η διαδικασία της πάχυνσης ολοκληρώνεται σε διάστημα 6 – 8 μηνών. Η απόδοση της εκτροφής εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής, τη μεθοδολογία εκτροφής και τη διαχείριση των σαλιγκαριών. Οι απώλειες που παρατηρούνται στο πρώτο στάδιο είναι της τάξης του 35% και στο δεύτερο στάδιο 10%.

### **Διατροφή και σιτηρέσια**

Τα σαλιγκάρια είναι περισσότερο ενεργά και τρέφονται κυρίως τις βραδινές ώρες, καθώς η υγρασία είναι σε υψηλότερα επίπεδα (Omoile, 2003). Μετά τη δύση του ηλίου, αφήνουν τις θέσεις ανάπαυσης τους και χρησιμοποιώντας τις κεραίες τους ανιχνεύουν το περιβάλλον για εύρεση φαγητού. Τρέφονται με μια ποικιλία οργανικών υλικών, όπως τμήματα φυτών, φυτικό υλικό σε αποσύνθεση, βρύα, μύκητες, ξύλο, ακόμα και νεκρά ζώα. Επίσης συχνά καταναλώνουν κόπρανα άλλων ζώων και χώμα. Συνήθως ένα σαλιγκάρι καταναλώνει σε καθημερινή βάση ποσότητα τροφής ίση με το 10% του συνολικού βάρους του, ποσοστό που μπορεί να φτάσει μέχρι 20%. Ωστόσο, ανάλογα και με τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν σε μια περιοχή, κάποιο σαλιγκάρι μπορεί να μη λαμβάνει τροφή σε καθημερινή βάση (Νεοφύτου, 2009).

Δεν υπάρχουν επαρκείς αναφορές για τις ανάγκες των σαλιγκαριών σε ασβέστιο, όμως εκτιμάται ότι χρειάζονται μεγάλες ποσότητες για την αύξηση και την αναπαραγωγή τους. Παρατηρείται ότι τα σαλιγκάρια τείνουν να συγκεντρώνονται σε εδάφη πλούσια με ασβέστιο, ώστε μέσω της επιφάνειας του ποδιού τους να προσλάβουν την απαραίτητη ποσότητα ασβεστίου καθώς και επιλεγμένα ιόντα.

Όσο αναφορά τη διατροφή στις μονάδες εκτροφής, ανάλογα με το είδος εκτροφής προσαρμόζεται και η μέθοδος διατροφής. Στην περίπτωση της εκτατικής εκτροφής, τα σαλιγκαρία τρέφονται με πράσινα λαχανικά και φυτά (μαρούλι, λάχανο, τριφύλλι κ.α.) και θα πρέπει το 90% της βλάστησης εντός του χώρου

εκτροφής να είναι κάποιο από τα παραπάνω φυτά. Το υπόλοιπο 10% μπορεί να καλυφθεί από αρωματικά φυτά, τα οποία προδίδουν ωραία γεύση στο κρέας του σαλιγκαριού (Κόλιας & Ζώτη, 2014). Αντίστοιχα, στην εντατική εκτροφή επιλέγεται το σιτηρέσιο σαν πηγή τροφής. Το σιτηρέσιο που χορηγείται στα ζώα είναι ποιοτικά και ποσοτικά ανάλογο με το ηλικιακό στάδιο των σαλιγκαριών. Οι σύνθετες δίαιτες, δηλαδή αυτές που αποτελούνται από συνδυασμό συστατικών όπως σιτάρι, καλαμπόκι, σόγια, πίτουρο κ.α., είναι ανώτερες από αυτές που περιέχουν μόνο ένα συστατικό και οδηγούν σε ταχύτερη ανάπτυξη και χαμηλότερη θνησιμότητα. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται διάφορα συμπληρώματα όπως ανθρακικού ασβεστίου, το οποίο βοηθάει στο σχηματισμό του εξωτερικού κελύφους. Τέλος, μέχρι σήμερα δεν είναι γνωστές επακριβώς οι ποσοτικές και ποιοτικές ανάγκες των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών σε πρωτεΐνες και λιπίδια. Ωστόσο, σε διατροφικά πειράματα έχει προταθεί ένα επίπεδο διαιτητικής πρωτεΐνης του 15-18% και ένα επίπεδο διαιτητικού λίπους του 5-7%.

Τέλος, οι τροφές οι πλούσιες σε φυτική ύλη (48,8-88,4%) αφομοιώνονται πιο αποτελεσματικά από τα τεχνητά σιτηρέσια που περιέχουν λιγότερη φυτική ύλη (39,7%). Τα ποσοστά αφομοίωσης έχουν βρεθεί να ποικίλουν, ανάλογα με την εποχή και την ηλικία των σαλιγκαριών. Έχουν παρατηρηθεί υψηλότερα ποσοστά αφομοίωσης της ίδιας τροφής την άνοιξη σε σύγκριση με το φθινόπωρο, καθώς και σε ανήλικα σαλιγκάρια σε σύγκριση με ενήλικα.

### **Φυσικοί εχθροί και θηρευτές στις εκτροφές**

Τα σαλιγκάρια αποτελούν τροφή για διάφορα είδη, τα οποία αποτελούν εχθρούς τους. Ιδίως στην εκτροφή ανοικτού τύπου, η θνησιμότητα οφείλεται σε φυσικούς εχθρούς όπως τρωκτικά, κοράκια, σαύρες, φίδια κ.α.. Για αυτό το λόγο, η επιτυχία της εκτροφής ανοικτού τύπου εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από την πρόληψη των εισβολών και την αντιμετώπιση των θηρευτών. Προβλήματα μπορούν να εμφανιστούν ακόμη και σε κλειστές μονάδες εκτροφής αλλά σε αυτές τις περιπτώσεις οφείλεται κυρίως σε ανθρώπινη παρέμβαση π.χ. ελλιπή τήρηση των

κανόνων, αμέλεια επιδιόρθωσης βλαβών κ.α.. Όπως είναι φυσικό η αποδοτικότητα της λειτουργίας μιας μονάδας εκτροφής σαλιγκαριών επηρεάζεται σε σημαντικό βαθμό από την αντιμετώπιση των παραπάνω.

Για την επιτυχή προστασία της εκτροφής, ειδικά σε περιοχές με πτηνά, είναι απαραίτητη η τοποθέτηση διχτυών κάλυψης πάνω από το χώρο εκτροφής. Επιπλέον, για την προστασία από αρπακτικά τοποθετείται φράκτης γύρω από την περιοχή εκτροφής με ύψος μεταξύ 15 έως 30 εκατοστά καθώς και φράκτης σε αρκετά μεγάλο βάθος μέσα στο έδαφος. Τέλος, χρήσιμη είναι η τοποθέτηση δολωμάτων ή παγιδιών στην περιοχή γύρω από το χώρο εκτροφής (Freeman, 2013). Όσον αφορά πιθανές ασθένειες που απειλούν τα σαλιγκάρια όπως σαλμονέλα, μυκητιάσεις καθώς και βακτηριώσεις η εφαρμογή βασικής υγιεινής είναι απαραίτητη για την πρόληψη τέτοιων ασθενειών (Ταχτάτζης, 2013). Κάποιοι βασικοί κανόνες είναι ότι θα πρέπει οι πόρτες εισόδου στις μονάδες εκτροφής να παραμένουν κλειστές, οι χώροι εκτροφής να καθαρίζονται τακτικά και να απομακρύνονται τα απεκκρίματα και τα αλλοιωμένα τρόφιμα και γενικά οποιαδήποτε ύλη σε αποσύνθεση που μπορεί να λειτουργήσει ως υπόστρωμα για παθογόνους οργανισμούς (Amusan & Omidiji, 1999).

## **Η σαλιγκαροτροφία στην Ελλάδα**

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αυξημένο ενδιαφέρον για την εκτροφή σαλιγκαριών στην Ελλάδα. Οι κύριοι λόγοι είναι ότι αυτό το είδος εκτροφής θεωρείται ως μία καινοτόμα επιχειρηματική δραστηριότητα που μπορεί να αποδώσει ένα συμπληρωματικό εισόδημα. Αντίστοιχη έκρηξη στο συγκεκριμένο κλάδο παρατηρήθηκε τις δεκαετίες του 70' και 80' χωρίς όμως να υπάρξει η αναμενόμενη εξέλιξη. Βέβαια οι εδαφοκλιματικές συνθήκες στην Ελλάδα είναι καλές για τη σαλιγκαροτροφία και τα ελληνικά σαλιγκάρια έχουν καλή φήμη. Αν και παρατηρείται μεγαλύτερο ενδιαφέρον και συμμετοχή της Βόρειας Ελλάδας στον κλάδο της εκτροφής σαλιγκαριών, τα εκτροφεία σε αυτές τις περιοχές λειτουργούν

μικρότερη περίοδο κατά την διάρκεια του χρόνου, καθώς παρουσιάζουν χαμηλότερες θερμοκρασίες. Αντίθετα αυτά που βρίσκονται στην Αττική, στα νησιά και η Δυτική Ελλάδα έχουν την υψηλότερη παραγωγή, λόγω των ιδανικών κλιματικών παραμέτρων (Apostolou et al 2021). Οποσδήποτε όμως η εγκατάσταση εκτροφείων σαλιγκαριών απαιτεί μακροχρόνιο σχεδιασμό βασισμένο σε επιστημονική και τεχνολογική έρευνα για να είναι αποδοτική.

Η σαλιγκαροτροφία είναι μια σχετικά νέα δραστηριότητα που λειτουργεί με τις γενικές αρχές της κτηνοτροφίας χωρίς εξειδικευμένο θεσμικό πλαίσιο. Ο αριθμός των μονάδων εκτροφής είναι μικρός και συνήθως με μικρή παραγωγή. Σύμφωνα με τα στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων το 2012 καταγράφηκαν 255 εκτροφεία σαλιγκαριών συνολικής έκτασης 1.389,3 στρεμμάτων (Χατζηιωάννου & Στάικου, 2015). Το 2012 ο μεγαλύτερος αριθμός εκτροφείων σαλιγκαριών ανοικτού τύπου εντοπίζεται στο νομό Ξάνθης και το νομό Θεσσαλονίκης, ενώ αναφορικά με τα εκτροφεία κλειστού τύπου, τα περισσότερα διαπιστώθηκαν την ίδια χρονιά στους νομούς Θεσσαλονίκης και Αρκαδίας (Δαγκαλίδης, 2012). Ο αριθμός εκτροφείων καταγράφηκε αυξημένος το 2013, σύμφωνα με σχετικά στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, χρονιά κατά την οποία καταγράφηκαν συνολικά 313 εκτροφεία σαλιγκαριών στη χώρα, παρουσιάζοντας μια άνοδο της τάξης των 58 εκτροφείων για το σύνολο της επικράτειας (Χατζηιωάννου, 2011).

Ωστόσο, σε μια περισσότερο πρόσφατη έρευνα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (2017) διαπιστώθηκε πως το 2016 λειτουργούσαν μόλις 61 μονάδες εκτροφής σαλιγκαριών στην Ελλάδα, παρουσιάζοντας σημαντική μείωση σε σχέση με το 2012 και το 2013. Επιπλέον, θα πρέπει να επισημανθεί πως ο τελευταίος διαθέσιμος καταγεγραμμένος αριθμός εκτροφείων στη χώρα για το 2016 δεν ισχύει με βεβαιότητα σήμερα, καθώς αρκετά εκτροφεία διακόπτουν την επαγγελματική δραστηριότητά τους μετά από λίγα χρόνια, ενώ παράλληλα ιδρύονται καινούργια εκτροφεία, τα οποία δε δηλώνουν την έναρξη της σχετικής επαγγελματικής δραστηριότητας στο Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (Χατζηιωάννου, 2011).

Ένας παράγοντας που έχει λειτουργήσει αρνητικά στην ανάπτυξη της εκτροφής σαλιγκαριών στη χώρα μας είναι η χαμηλή συγκριτικά κατανάλωση σαλιγκαριών από Έλληνες, η οποία περιορίζεται κατά κύριο λόγο στην Κρήτη και σε ορεινές περιοχές της χώρας. Αντίθετα, για χώρες που παρουσιάζουν υψηλή ανάπτυξη του κλάδου εκτροφής σαλιγκαριών, όπως η Γαλλία και η Ιταλία, στα αντίστοιχα κράτη η ζήτηση κρέατος σαλιγκαριών είναι υψηλή και οι παραγωγοί κατευθύνουν το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής τους στην τοπική αγορά. Κάτι αντίστοιχο δυστυχώς δεν ισχύει για την Ελλάδα (Δαγκαλίδης, 2012).

Συνοψίζοντας, ο σχετικός επιχειρηματικός κλάδος στη χώρα μας παρουσιάζει μικρή ανάπτυξη. Αρκεί να συγκριθούν τα μεγέθη ανάπτυξης του κλάδου με τη γειτονική Ιταλία, όπου η έκταση χρήσης γης για εκτροφεία σαλιγκαριών είναι χίλιες φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την Ελλάδα. Το μικρό μέγεθος ανάπτυξης του κλάδου στην Ελλάδα έχει ως αποτέλεσμα οι συνθήκες λειτουργίας της εγχώριας αγοράς σαλιγκαριών να καθορίζονται από τους παραγωγούς άλλων κρατών και ειδικότερα από τους Ιταλούς παραγωγούς σαλιγκαριών.

## **Μεταποίηση σαλιγκαριών**

Σύμφωνα με την απόφαση 96/340/ΕΚ στις 10 Μαΐου 1996 της Επιτροπής των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων τα αποκελυφωμένα, μαγειρεμένα ή διατηρημένα σαλιγκάρια μπορούν να αποτελούν αντικείμενο εμπορίου, με σκοπό την κατανάλωση από τον άνθρωπο, μόνο εάν προέρχονται από κατάλληλη και εγκεκριμένη μονάδα.

Πριν από αρκετές δεκαετίες άρχισαν να λειτουργούν διάφορες μονάδες επεξεργασίας και μεταποίησης σαλιγκαριών στην Ελλάδα με αποτέλεσμα να εξάγονται ζωντανά, ημιεπεξεργασμένα, επεξεργασμένα ή κονσερβοποιημένα (Λαζαρίδου και Κάτπουλας, 1985). Στον τομέα της μεταποίησης, η χώρα μας είχε σημαντική παράδοση αφού από την δεκαετία του '70 μέχρι και πριν ορισμένα

χρόνια διέθετε τις μεγαλύτερες μονάδες σε ευρωπαϊκό επίπεδο και αποτελούσε τον κύριο προμηθευτή της Γαλλικής αγοράς. Οι μεταποιητές των μεγάλων καταναλωτικών αγορών (Γαλλία, Ιταλία, κ.τ.λ.) χρησιμοποιούν κυρίως κονσερβοποιημένα ή ημιπαρασκευασμένα (semi-brut) σαλιγκάρια εισαγωγής. (Λαζαρίδου και Κάτπουλας, 1985).

Οι πιο γνωστοί τύποι εμπορεύσιμου προϊόντων είναι τα νωπά-ζωντανά σαλιγκάρια, τα κατεψυγμένα με κέλυφος, τα σώματα σαλιγκαριών, κονσέρβα καθώς και άδεια κελύφη για γέμισμα με κρέας σαλιγκαριών (Χατζηιωάννου, 2007).

Τα κύρια είδη που συναντάμε στα εκτροφεία είναι το *C. aspersum* και *C. aspersum maximum*. Τα συγκεκριμένα σαλιγκάρια προσφέρουν στην αγορά το κρέας και τα αυγά τους. Τα αυγά αυτά, αποτελούν την πρώτη ύλη για την παραγωγή χαβιάρι ή αλλιώς και γνωστό ως “λευκό χαβιάρι” ή “χαβιάρι escargot”.

### ***Cornu aspersum maximum***

Τα σαλιγκάρια του είδους *Cornu aspersum* ανήκουν στην οικογένεια Helicidae και η πρώτη αναφορά τους πραγματοποιήθηκε το 1774 από τον O.F.Muller ως *Helix aspersa*, που σημαίνει «διάστικτο σαλιγκάρι». Αργότερα εμφανίστηκε στη βιβλιογραφία ως *Cornu aspersum*, καθώς είναι γνωστό και ως “escargot petit gris” στη Γαλλία, “brown garden snail” στην Αγγλία και Αμερική και “Κρητικός κοχλίας” στην Ελλάδα (Guiller et al., 2001). Με βάση τόσο τα ανατομικά και βιοχημικά χαρακτηριστικά όσο και το βιολογικό κύκλο ζωής του, πολλοί ερευνητές αναγνωρίζουν το *C. aspersum maximum* (Gros-gris της Αλγερίας) ως υποείδος του *C. aspersum* (Madec et al., 2003). Οι φυσικοί πληθυσμοί του είδους αυτού βρίσκονται κυρίως στην Αλγερία και Ασία.

Το *Cornu aspersum maximum* εμφανίζει μεγάλο πλάτος σε συνάρτηση με το ύψος του και ελικοειδές όστρακο το οποίο συνήθως είναι δεξιόστροφο. Το κέλυφος μπορεί να έχει από καφέ έως κιτρινωπό χρώμα με 4 ή 5 λωρίδες καφέ χρώματος ή να μην έχει καθόλου λωρίδες και αποτελείται από ένα σκούρο γκρι μανδύα. Το χρώμα των ζωνώσεων του κελύφους σχετίζεται τόσο με περιβαλλοντικούς

παράγοντες όσο και με τον έμφυτο μηχανισμό άμυνας των σαλιγκαριών (Scheil et al., 2013). Τα σαλιγκάρια *C. aspersum* maxima χαρακτηρίζονται από ταχύτερη αύξηση και ιδιαίτερα μεγάλο προσδόκιμο ζωής, περισσότερα από 8 χρόνια, σε σύγκριση με τα υπόλοιπα υποείδη που φτάνουν τα 3 με 5 χρόνια ζωής (Madec, 1991; Madec and Guiller, 1993). Φτάνουν σε ώριμο αναπαραγωγικό μέγεθος (25-30 g) μέσα σε 6-12 μήνες κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες και το μέγιστο βάρος που μπορεί να φτάσει είναι 45 g.

Τα σαλιγκάρια είναι ζώα με σημαντική επιστημονική, οικολογική, οικονομική σημασία και με μεγάλη θρεπτική αξία για τον άνθρωπο. Το είδος *C. aspersum* μαζί με το υποείδος *C. aspersum maximum* και τα είδη *Helix pomatia* και *Helix lucorum* αποτελούν τα πιο διαδεδομένα και εκτρεφόμενα είδη σαλιγκαριών τόσο στην Ελλάδα όσο και στην Ευρώπη (Parlapani, Neofitou and Boziaris, 2014). Τα εκτρεφόμενα σαλιγκάρια *C. aspersum* έχουν εξαιρετική προσαρμοστικότητα στις τοπικές συνθήκες πολλών περιοχών και παρουσιάζουν σοβαρά πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλα είδη (ώριμη τεχνογνωσία εκτροφής, έντονη αναπαραγωγική δραστηριότητα, βιολογικός κύκλος, υψηλή διεθνής ζήτηση, ικανοποιητικές τιμές). Επιπλέον, το κρέας τους αποτελεί διατροφικό προϊόν υψηλής θρεπτικής αξίας, καθώς χαρακτηρίζεται από χαμηλό θερμιδικό περιεχόμενο, μικρή περιεκτικότητα σε λίπος καθώς και υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, ιχνοστοιχεία, ανόργανα θρεπτικά στοιχεία (ασβέστιο, φώσφορος, μαγνήσιο, κάλιο και νάτριο), αμινοξέα και λιπαρά οξέα (λινελαϊκό και Ω3 λιπαρά οξέα) (Çelik et al., 2020).

## **Υλικά & Μέθοδοι**

Το πείραμα έλαβε χώρα στο διχτυοκήπιο του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας & Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, που έχει έδρα την πόλη του Βόλου. Διήρκεσε τρεις (2) μήνες, από τις 14 Αυγούστου του 2020 έως τις 15 Οκτωβρίου του 2020. Το είδος του εκτρεφόμενου σαλιγκαριού ήταν το

*Cornu aspersum maximum*, γνωστό ως κρητικός κοχλίας. Συλλέχθηκαν χίλια σαλιγκάρια (1000) από τοπική ημιεντατική κλειστού τύπου μονάδα στην Άλλη Μεριά του Βόλου και μεταφέρθηκαν στο διχτυοκήπιο της σχολής. Τα σαλιγκάρια ήταν ανήλικα και για τη διατροφή τους χρησιμοποιήθηκε ορνιθοτροφή πρώτης ηλικίας πολύ καλά αλεσμένη, αναμειγμένη με ανθρακικό ασβέστιο ( $\text{CaCO}_3$ ) σε αναλογία 2 : 1. Το είδος της τροφής καθώς και η αναλογία του ανθρακικού ασβεστίου ( $\text{CaCO}_3$ ) παρέμειναν ίδια σε όλη τη διάρκεια του πειράματος. Η χορηγούμενη ποσότητα της τροφής αυξανόταν ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης των σαλιγκαριών και ως το τέλος του πειράματος είχε τετραπλασιαστεί από την αρχική.

### **Διχτυοκήπιο**

Το διχτυοκήπιο που χρησιμοποιήθηκε βρίσκεται στο πίσω μέρος της Γεωπονικής Σχολής σε μια επίπεδη έκταση τριακοσίων τετραγωνικών μέτρων ( $300 \text{ m}^2$ ) με παροχή ρεύματος και νερού. Ανήκει στον τύπο τροποποιημένου τοξωτού και αποτελείται από τρεις αψίδες. Το διχτυοκήπιο διαθέτει μεταλλικό σκελετό από γαλβανισμένο μέταλλο για αντισεισμική προστασία.

Για την κάλυψη του διχτυοκηπίου χρησιμοποιείται σήτα σκίασης από πολυαιθυλένιο με σταθεροποιητή UV, ώστε να είναι ελεγχόμενες οι συνθήκες θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας και φωτισμού στο εσωτερικό του. Έτσι επιτυγχάνεται ένα ποσοστό 80 - 90 % σκίασης και η θερμοκρασία κυμαίνεται από  $15^\circ\text{C}$  έως και  $25^\circ\text{C}$ . Επιπλέον το δίχτυ προσφέρει προστασία στους εκτρεφόμενους οργανισμούς από έντομα. Περιμετρικά το διχτυοκήπιο περιβάλλεται από λαμαρίνες ύψους 80 cm και βάθους 20 cm, για να προστατεύονται τα σαλιγκάρια από εξωτερικούς εχθρούς – θηρευτές (τρωκτικά και ερπετά). Η είσοδος στο χώρο γίνεται από μια πόρτα επίσης από γαλβανισμένο κυματοειδές χαλυβδόελασμα.

Στο εσωτερικό του διχτυοκηπίου το πείραμα διεξήχθη σε ένα διαμέρισμα διαστάσεων 2 m x 4 m. Το κάθε διαμέρισμα περιβαλλόταν από ειδική πράσινη σήτα που διέθετε ενσωματωμένη ηλεκτροφόρο περίφραξη χαμηλής τάσης 12 - 14 V. Το

πλαστικό λευκό κάλυμμα που βρισκόταν στο πάνω μέρος της σήτας προφύλασσε από τη διαβροχή. Μέσα στα διαμερίσματα είχαν τοποθετηθεί ξύλινα σκέπαστρα – καταφύγια σε σχήμα Λ, κάτω από τα οποία υπήρχαν ταΐστρες. Περιμετρικά από τα καταφύγια είχε φυτευθεί για συμπληρωματική τροφή.

### **Σύστημα υδρονέφωσης**

Το διχτυοκήπιο του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας & Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας είναι εξοπλισμένο με σύστημα υδρονέφωσης τόσο υψηλής όσο και χαμηλής πίεσης ψεκασμού νερού. Το σύστημα υψηλής πίεσης (εταιρίας AIR PETRI) ψεκάζει σταγονίδια νερού (μεγέθους μερικών δεκάδων  $\mu\text{m}$  και πίεσης 60 bar), επιτρέποντας έτσι τη δημιουργία ομίχλης, μέχρι την πλήρη εξάτμισή τους. Το σύστημα χαμηλής πίεσης (εταιρίας NETAFIM) ψεκάζει σταγονίδια νερού (μεγέθους 200  $\mu\text{m}$  και πίεσης 3 bar), τα οποία κατά κύριο λόγο πέφτουν στο έδαφος και από εκεί εξατμίζονται ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος (Αποστόλου 2012). Στο συγκεκριμένο πείραμα χρησιμοποιήθηκε το σύστημα χαμηλής πίεσης το οποίο περιλαμβάνει αντιστραγγιστικά μπεκ με αντιστραγγιστική βαλβίδα σε διάταξη σταυρού, σωλήνες πολυαιθυλενίου, ακροφύσια, κεντρική αντλία παροχής, προγραμματιστή υγρασίας και στάσεως, σύστημα ελέγχου λειτουργίας, φίλτρο δίσκων και διάφορα συνδετικά υδραυλικά υλικά και στηρίγματα.

### **Θερμοκρασία**

Η θερμοκρασία και η φωτοπερίοδος μέσα στο διχτυοκήπιο δεν ήταν καθ'όλη τη διάρκεια του πειράματος σταθερές γιατί επηρεάζονταν από τις αλλαγές του φυσικού περιβάλλοντος και της εποχής (καλοκαίρι, φθινόπωρο). Με τη χρήση όμως του συστήματος υδρονέφωσης και του διχτύου σκίασης επιτυχάνονταν μια εσωτερική θερμοκρασία μεταξύ 15°C και 25°C.

## Μετεωρολογικός σταθμός

Για την παρακολούθηση και καταγραφή των καιρικών φαινομένων εγκαταστάθηκε μετεωρολογικός σταθμός HOBO Warre BHW-PC έξω από το διχτυοκήπιο.

## Μετρήσεις

Για να ελέγχονται ανά πάσα στιγμή οι κλιματικές συνθήκες στο διχτυοκήπιο, αλλά και για την καταγραφή τους, χρησιμοποιήθηκαν τα εξής συστήματα :

- Αισθητήρας θερμοκρασίας και υγρασίας του αέρα, E+E Αμερικής.
- Αισθητήρας ταχύτητας ανέμου THIES CLIMA Γερμανίας, με περιοχή μέτρησης από 0,5 m/s έως 40 m/s.
- Υδατοστεγές καταγραφικό θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας ONSET Αμερικής, το οποίο είναι σχεδιασμένο για μακροχρόνια λειτουργία σε διαβρωτικό περιβάλλον με υψηλά ποσοστά υγρασίας. Η περιοχή μέτρησης της θερμοκρασίας είναι από -40°C έως 70°C με ακρίβεια μέτρησης 0,2°C . Η περιοχή μέτρησης της υγρασίας κυμαίνεται από 0 – 100% με ακρίβεια μέτρησης 2,5%. Οι μετρήσεις γίνονταν κάθε 10 λεπτά από αισθητήρες που υπήρχαν μέσα και έξω από το διχτυοκήπιο.
- Λογισμικό HOBO Warre BHW-PC, το οποίο είναι συμβατό με τους μετεωρολογικούς σταθμούς και τα καταγραφικά θερμοκρασίας και υγρασίας. Το λογισμικό αυτό εκτός από τη μεταφορά των δεδομένων μπορεί να βοηθήσει και στην ανάλυσή τους. Ακόμα έχει δυνατότητα αποθήκευσης των δεδομένων και πραγματοποίησης γραφικών παραστάσεων. Τέλος, έχει τη δυνατότητα αυτόματης διόρθωσης της βαρομετρικής πίεσης και μπορεί να πραγματοποιήσει βασικές στατιστικές επεξεργασίες όπως: υπολογισμό μέγιστου, ελάχιστου και μέσου όρου.

## Πειραματική εκτροφή σαλιγκαριών

Το πείραμα, όπως έχει προαναφερθεί, διήρκησε από τις αρχές Αυγούστου έως τα μέσα του Νοεμβρίου του 2020, συνολικά 10 εβδομάδες. Ο αριθμός των ανήλικων σαλιγκαριών που συλλέχθηκαν από τη μονάδα του εκτροφέα ήταν 1000 με Μ.Ο. βάρους 5,36 gr. Τα σαλιγκάρια μεταφέρθηκαν στο διχτυοκήπιο της Σχολής και τοποθετήθηκαν σε ένα ενιαίο διαμερίσμα. Το κάθε διαμερίσμα περιλάμβανε 4 ξύλινα σκέπαστρα – καταφύγια σε σχήμα Λ, κάτω από τα οποία υπήρχαν πλαστικές ταΐστρες με την ορνιθοτροφή ώστε να μην έρχεται σε επαφή με το νερό. Περιμετρικά των σκέπαστρων – καταφύγιων έγινε φύτευση πλατύφυλλων φυτών (μαρούλι) για συμπληρωματική τροφή.

Οι αρχικές πληθυσμιακές πυκνότητες των σαλιγκαριών που χρησιμοποιήθηκαν ήταν 125 ζώα/m<sup>2</sup>. Η επιλογή των πυκνοτήτων έγινε με βάση τις εργασίες των Charrier & Daguzan (1987) που διαπίστωσαν ότι πρέπει να τοποθετούνται 133 ζώα/m<sup>2</sup> στην ηλικιακή ομάδα του γόνου, ώστε να επιτευχθεί η γρηγορότερη αύξηση καθώς και υψηλότερα ποσοστά ενηλικίωσης και μικρότερα θνησιμότητας (Dupont – Nivet, 2000). Επιπλέον, η πειραματική πυκνότητα που επιλέχθηκε ανταποκρίνεται στις συνθήκες που επικρατούν στη πλειοψηφία των εκτροφών της χώρας μας.

Καθόλη τη διάρκεια του πειράματος ακολουθήθηκαν οι παρακάτω επαναλαμβανόμενες ενέργειες. Κάθε μέρα το απόγευμα τίθονταν σε λειτουργία το σύστημα υδρονέφωσης για τριάντα λεπτά (30'). Στην αρχή του πειράματος (Αύγουστος), λόγω της μεγαλύτερης διάρκειας της ημέρας η ώρα ενεργοποίησης του συστήματος ήταν στις 20:00. Με το πέρασμα του καλοκαιριού (Σεπτέμβριο έως Νοέμβριο) λόγω μείωσης της ηλιοφάνειας η ώρα ενεργοποίησης μεταφέρθηκε στις 19:00. Στη συνέχεια, γινόταν παρατήρηση της δραστηριότητας των ζώων, καθαρισμός των περιττωμάτων τους και ταυτόχρονη απομάκρυνση και καταμέτρηση των νεκρών σαλιγκαριών. Έπειτα, ανάλογα με την κατανάλωση της τροφής που υπήρχε, γινόταν συμπλήρωση της, 3 με 4 φορές την εβδομάδα. Η τροφή, όπως έχει προαναφερθεί, ήταν ορνιθοτροφή με συμπλήρωμα ανθρακικού ασβεστίου σε αναλογία 2 : 1 καθώς και μια φυτική πηγή τροφής (είδος μαρουλιού).

Κάθε εβδομάδα, πριν την αλλαγή της τροφής, γινόταν τυχαία συλλογή 50 συνολικά σαλιγκαριών για την μέτρηση του βάρους και της διαμέτρου τους.

### **Παραγωγικά χαρακτηριστικά που αξιολογήθηκαν**

Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας επιλέχθηκαν και δοκιμάστηκαν παραγωγικοί δείκτες με βάση τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν μέσω της δειγματοληψίας που έγινε σε κάθε treatment. (Αποστόλου,2012)

1. Η παραγωγή ανά περίοδο λειτουργίας (kg), δηλαδή η συνολική παραγωγή σαλιγκαριών που παράχθηκε στο τέλος του πειράματος
2. Η παραγωγή ανά  $m^2$
3. Πυκνότητα ή φόρτιση ( $kg/m^2$ ). Ο δείκτης αυτός μας δείχνει τη βιομάζα σαλιγκαριών που υπάρχουν ανά τετραγωνικό μέτρο έκτασης της εκμετάλλευσης.
4. Ο αριθμός εμπορεύσιμων σαλιγκαριών (>12gr) ανά κιλό. Εμπορεύσιμα σαλιγκάρια είναι τα ενήλικα ζώα που μπορεί να διαθέσει ο εκτροφέας στην αγορά , είτε σαν νωπό προϊόν είτε για μεταποίηση. Το είδος *Cornu aspersum maximum* διατίθεται στην αγορά όταν ξεπεράσει τα 12 gr. Ο δείκτης αυτός (αριθμός εμπορεύσιμων σαλιγκαριών ανά κιλό), επιλέχθηκε ώστε να έχουμε την δυνατότητα να καταγράψουμε το κέρδος που θα έχει ο παραγωγός ανάλογα με το μέγεθος του κάθε σαλιγκαριού. Όσο μικρότερο βάρος έχουν τα σαλιγκάρια τόσο μεγαλύτερος ο αριθμός, άρα και μικρότερο το κέρδος.
5. Ημερήσιος ρυθμός αύξησης (gr/ημέρα). Με τον δείκτη αυτόν, μπορούμε να διακρίνουμε αν η αύξηση του ζώου επηρεάζεται από ορισμένους παράγοντες που μεταβάλλονται καθημερινά.

## Στατιστική επεξεργασία

Έγινε συγκέντρωση, καταγραφή και επεξεργασία των πρωτογενών δεδομένων σε υπολογιστικά φύλλα εργασίας του Microsoft Excel. Έπειτα, υπολογίστηκαν περιγραφικά στατιστικά στοιχεία ( μέσος όρος, διάμεσος, τυπική απόκλιση, τυπικό σφάλμα, ελάχιστο, μέγιστο ) για το βάρος και τη διάμετρο, τα οποία παρουσιάζονται σε πίνακες και εικόνες.

## Διαδικασία δειγματοληψίας

Οι δειγματοληψίες πραγματοποιούνταν εβδομαδιαίως, πρωινή ώρα πριν την παροχή τροφής. Οι ημερομηνίες δειγματοληψίας παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

| Εβδομάδα πειράματος | Ημερομηνία     | Μετρήσεις                                                    |
|---------------------|----------------|--------------------------------------------------------------|
| 1 <sup>η</sup>      | 14 Αυγούστου   | Έναρξη πειράματος<br>Μεταφορά σαλιγκαριών<br>Βάρος-Διάμετρος |
| 2 <sup>η</sup>      | 21 Αυγούστου   | Βάρος-Διάμετρος                                              |
| 3 <sup>η</sup>      | 28 Αυγούστου   | Βάρος-Διάμετρος                                              |
| 4 <sup>η</sup>      | 3 Σεπτεμβρίου  | Βάρος-Διάμετρος                                              |
| 5 <sup>η</sup>      | 10 Σεπτεμβρίου | Βάρος-Διάμετρος                                              |
| 6 <sup>η</sup>      | 17 Σεπτεμβρίου | Βάρος-Διάμετρος                                              |
| 7 <sup>η</sup>      | 24 Σεπτεμβρίου | Βάρος-Διάμετρος                                              |
| 8 <sup>η</sup>      | 1 Οκτωβρίου    | Βάρος-Διάμετρος                                              |
| 9 <sup>η</sup>      | 9 Οκτωβρίου    | Βάρος-Διάμετρος                                              |
| 10 <sup>η</sup>     | 15 Οκτωβρίου   | Βάρος-Διάμετρος                                              |
| Σύνολο ημερών       |                | 63                                                           |

Πίνακας 1. Χρονοδιάγραμμα και μετρήσεις ανά δειγματοληψία

Σε κάθε δειγματοληψία συλλέγονταν 100 σαλιγκάρια από το κάθε τετράγωνο . Σε αυτά πραγματοποιήθηκε ατομική ζύγιση νωπού βάρους και μέτρηση μεγάλης διαμέτρου του κελύφους.

Στο τέλος του πειράματος (15/10/2020) συλλέχθηκαν επίσης 100 σαλιγκάρια ανά τετράγωνο. Πραγματοποιήθηκε ατομικό ζύγισμα και μέτρηση διαμέτρου, ενώ παρατηρήθηκε ότι όλα τα ζώα ενηλικιώθηκαν, με βάση το γύρισμα στο χείλος του περιστομίου. Όταν τα σαλιγκάρια ωριμάσουν γεννητικά, σταματάει η αύξηση του κελύφους και το χείλος του περιστομίου γυρίζει.

### **Δείκτες εκτροφής**

Οι δείκτες εκτροφής οι οποίοι υπολογίστηκαν για κάθε treatment για την αξιολόγηση είναι :

1. Η θνησιμότητα

Συνολική :  $(\text{Συνολικός αριθμός νεκρών σαλιγκαριών} * 100) / \text{Αρχικός αριθμός ζώων}$

Εβδομαδιαία :  $(\text{Εβδομαδιαίος αριθμός νεκρών σαλιγκαριών} * 100) / \text{Συνολικός αριθμός σαλιγκαριών}$

2. Η συνολική παραγωγή (Kg νωπών σαλιγκαριών / m<sup>2</sup>). Η παραγωγή (kg/m<sup>2</sup>) για τους μήνες της πειραματικής εκτροφής (Αύγουστος – Οκτώβριος) υπολογίστηκε για κάθε τετράγωνο από τον παρακάτω τύπο:

$\text{Μέσο βάρος σαλιγκαριών} * (\text{αρχικός αριθμός} - \text{αριθμός νεκρών}) / \text{m}^2$

Η συγκεκριμένη παράμετρος, υπολογίστηκε και ανά εβδομάδα.

3. Το ποσοστό εμπορεύσιμων σαλιγκαριών (με κριτήριο το νωπό βάρος του σαλιγκαριού αμέσως μετά τη συλλογή) σε συνάρτηση με το χρόνο εκτροφής. Το βάρος που θέσαμε σαν όριο για το είδος *Cornu aspersum maximum* ήταν > 12gr .
4. Ο αριθμός σαλιγκαριών ανά kg, δηλαδή ο αριθμός των εμπορεύσιμων ζώων που αντιστοιχούν σε ένα (1) κιλό.
5. Ο μέσος ρυθμός ανάπτυξης του σωματικού βάρους (gr / ημέρα / σαλιγκάρι). Υπολογίστηκε ως εξής :

Τελικό μέσο βάρος – αρχικό μέσο βάρος / Διάρκεια πάχυνσης (μέρες)

Στα αποτελέσματα παρουσιάζεται ο μέσος ημερήσιος ρυθμός ανάπτυξης για κάθε εβδομάδα (1 τιμή / εβδομάδα / τετράγωνο) καθώς και ο συνολικός ρυθμός (63 ημέρες) για κάθε τετράγωνο του πειράματος.

6. Το πιθανό ακαθάριστο εισόδημα του κάθε τετραγώνου με τον εξής τύπο:  
Ακαθάριστο εισόδημα : Τιμή πώλησης ( 5€/Kg ) \* Συνολική παραγωγή

## Αποτελέσματα

Στην ενότητα αυτή, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την πειραματική εκτροφή που πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Το πείραμα διήρκησε 2 μήνες (Αύγουστο – Οκτώβριο 2020) και τα ζώα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν του είδους *Cornu aspersum maximum* σε διχνοκήπιο.

### 1. Παραγωγή ανά $m^2$

Η συνολική παραγωγή ανά  $m^2$  της πειραματικής εκτροφής έφτασε 0,816  $kg/m^2$ , ενώ η συνολική παραγωγή έφτασε τα 6,5  $kg$  σε διάρκεια 63 ημερών.

### 2. Αριθμός εμπορεύσιμων σαλιγκαριών ανά κιλό

Στο πείραμα μας ο δείκτης ήταν 67,34 σαλιγκάρια ανά κιλό από την 8<sup>η</sup> μέχρι την 10<sup>η</sup> εβδομάδα. Για το ένα treatment ήταν 71,97 σαλιγκάρια/ $kg$  και για το δεύτερο treatment 62,71 σαλιγκάρια/ $kg$ . Η υψηλότερη τιμή έφτασε 83,19 σαλιγκάρια/ $kg$  στο πρώτο treatment ενώ η χαμηλότερη τιμή ήταν 59,21 σαλιγκάρια/ $kg$  στο δεύτερο treatment.

### 3. Ρυθμός αύξησης

Η μέση τιμή ρυθμού ανάπτυξης της πειραματικής εκτροφής μας ήταν 0,17  $gr/ημέρα/σαλιγκάρι$ . Ο μικρότερος ημερήσιος ρυθμός ανάπτυξης.

## Παραγωγικά χαρακτηριστικά σαλιγκαριών

Κατά την έναρξη του πειράματος μεταφέρθηκαν στις εγκαταστάσεις του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας από εκτροφέα 1.000 ανήλικα σαλιγκάρια. Στον πίνακα παρουσιάζονται τα δεδομένα του αρχικού αριθμού, το μέσο βάρος, η βιομάζα (kg ανά m<sup>2</sup>) καθώς και η διάμετρος ανά treatment.

| A/A | Σύστημα εκτροφής | Μέσο βάρος (gr/σαλιγκάρι) | Μέση διάμετρος | Αριθμός σαλιγκαριών | kg/m <sup>2</sup> |
|-----|------------------|---------------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| 1   | Διχτυοκήπιο      | 5,34 ± 0,72               | 24,45 ± 1,31   | 500                 | 2,67              |
| 2   | Διχτυοκήπιο      | 5,43 ± 0,81               | 24,77 ± 1,28   | 500                 | 2,72              |

Πίνακας 2. Περιγραφικά στατιστικά (Μέσοι όροι και τυπική απόκλιση) των παραγωγικών χαρακτηριστικών (Βάρος, διάμετρος), αριθμός ζώων και βιομάζα κατά την έναρξη του πειράματος.

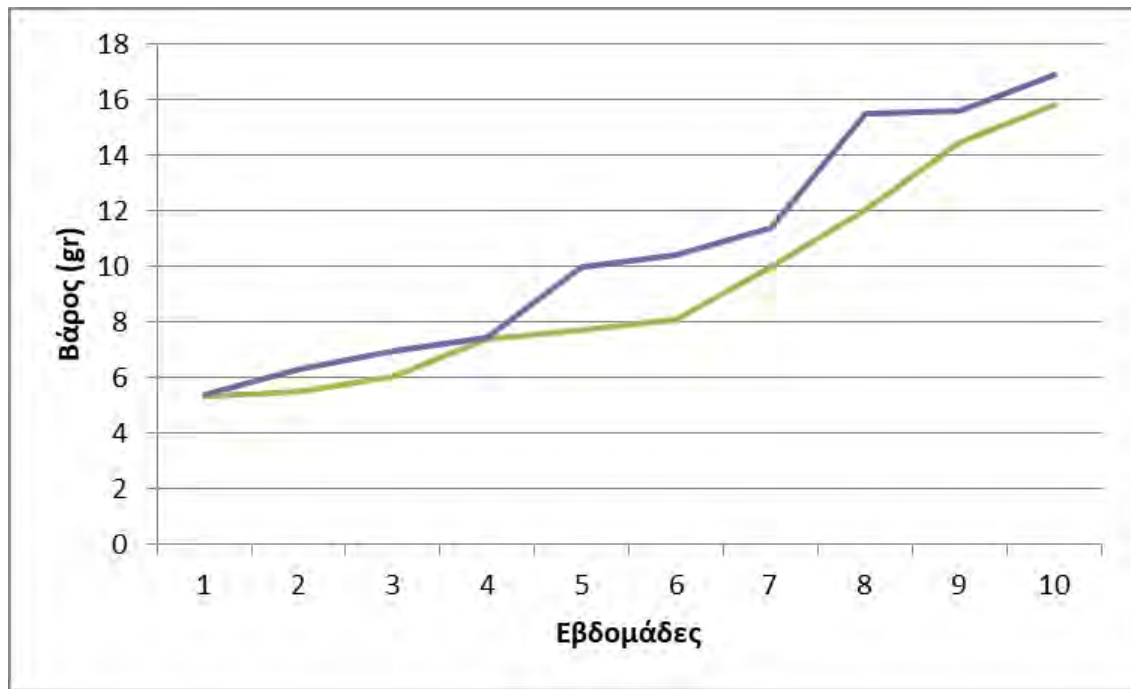
Κατά τη λήξη συλλέχθηκαν 660 σαλιγκάρια.

| A/A | Σύστημα εκτροφής | Μέσο βάρος (gr/σαλιγκάρι) | Μέση διάμετρος | Αριθμός σαλιγκαριών | kg/m <sup>2</sup> |
|-----|------------------|---------------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| 1   | Διχτυοκήπιο      | 18,01 ± 3,11              | 39,78 ± 3,65   | 301                 | 5,42              |
| 2   | Διχτυοκήπιο      | 16,87 ± 3,29              | 39,81 ± 2,69   | 359                 | 6,06              |

Πίνακας 3. Περιγραφικά στατιστικά (Μέσοι όροι και τυπική απόκλιση) των παραγωγικών χαρακτηριστικών (Βάρος, διάμετρος), αριθμός ζώων και βιομάζα κατά τη λήξη του πειράματος.

## Μεταβολή βιομάζας

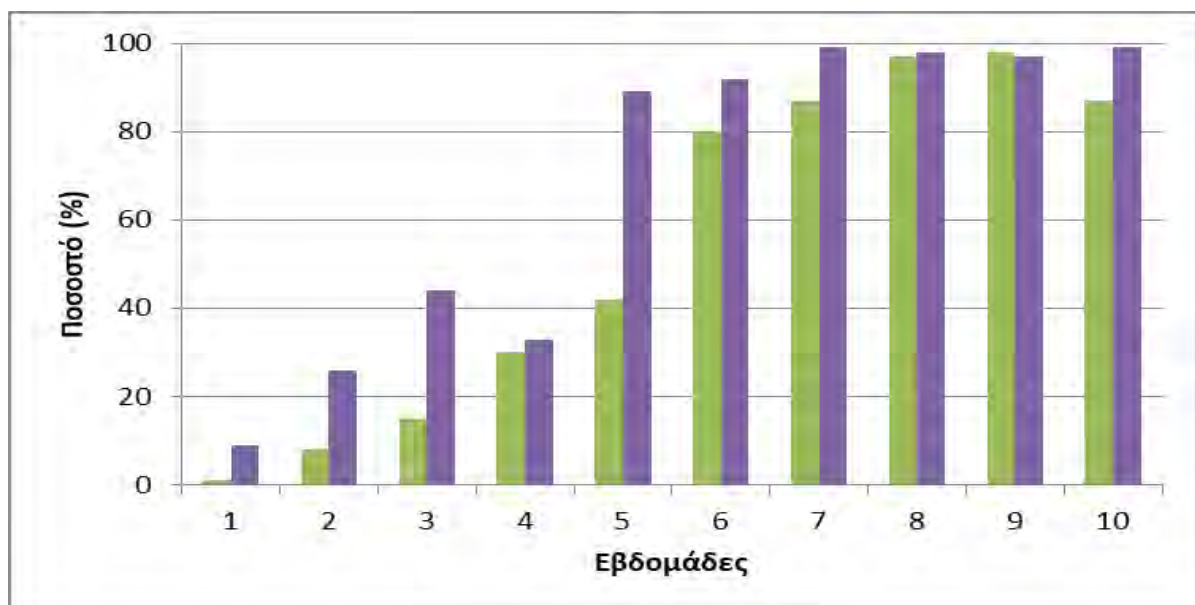
Στην Εικόνα 4 διακρίνεται η μεταβολή του βάρους των σαλιγκαριών κατά την διάρκεια του πειράματος. Και στα δύο treatment παρατηρήθηκε αυξητική τάση στο μέσο βάρος των σαλιγκαριών, με αποτέλεσμα το τελικό να είναι ίσο ή και μεγαλύτερο από τα 10gr.



Εικόνα 4. Εξέλιξη του μέσου βάρους των σαλιγκαριών ανά treatment

#### Ποσοστό εμπορεύσιμων σαλιγκαριών

Η Εικόνα 5 παρουσιάζει το εβδομαδιαίο ποσοστό των σαλιγκαριών ανά treatment που έφταναν στο εμπορεύσιμο μέγεθος (>12gr), κατά τη διάρκεια του πειράματος.

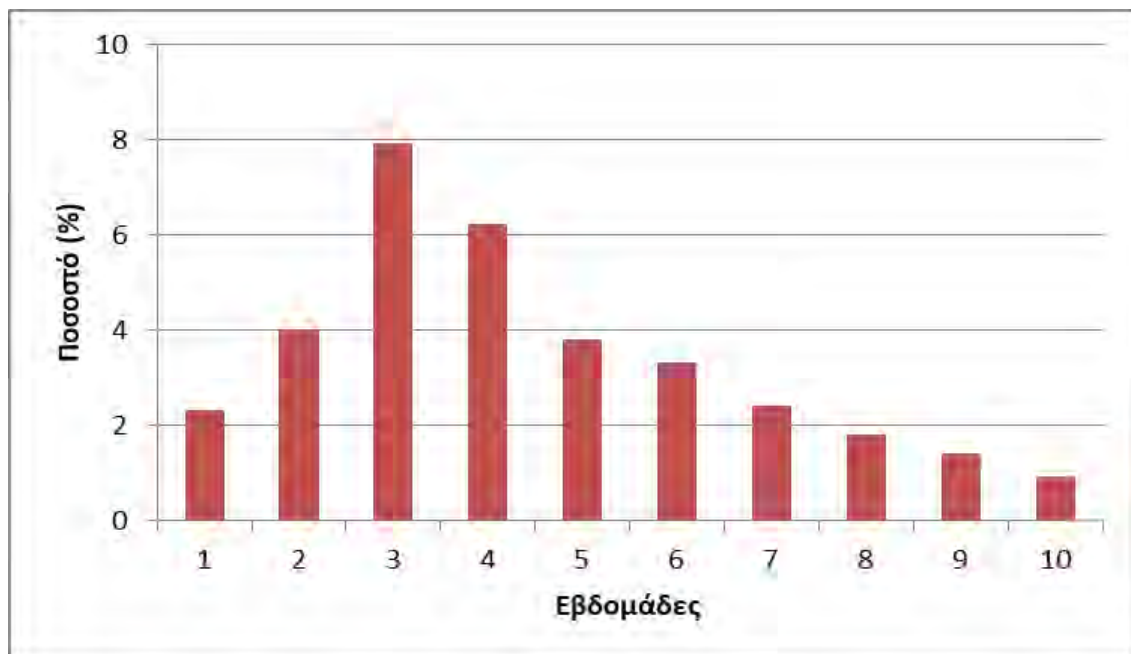


Εικόνα 5. Ποσοστό εμπορεύσιμων σαλιγκαριών ανά εβδομάδα

Στην έναρξη του πειράματος τα σαλιγκάρια σε κάθε treatment ήταν κάτω των 12gr. Από την 5<sup>η</sup> εβδομάδα παρατηρείται να φτάνουν το εμπορεύσιμο μέγεθος σε ποσοστό 40% έως 80%. Τα σαλιγκάρια του treatment 2 παρατηρείται να είχαν μεγαλύτερη αύξηση , φτάνοντας και παραμένοντας στο 80% από την 5<sup>η</sup> εβδομάδα μέχρι το τέλος του πειράματος.

### Ποσοστό θνησιμότητας

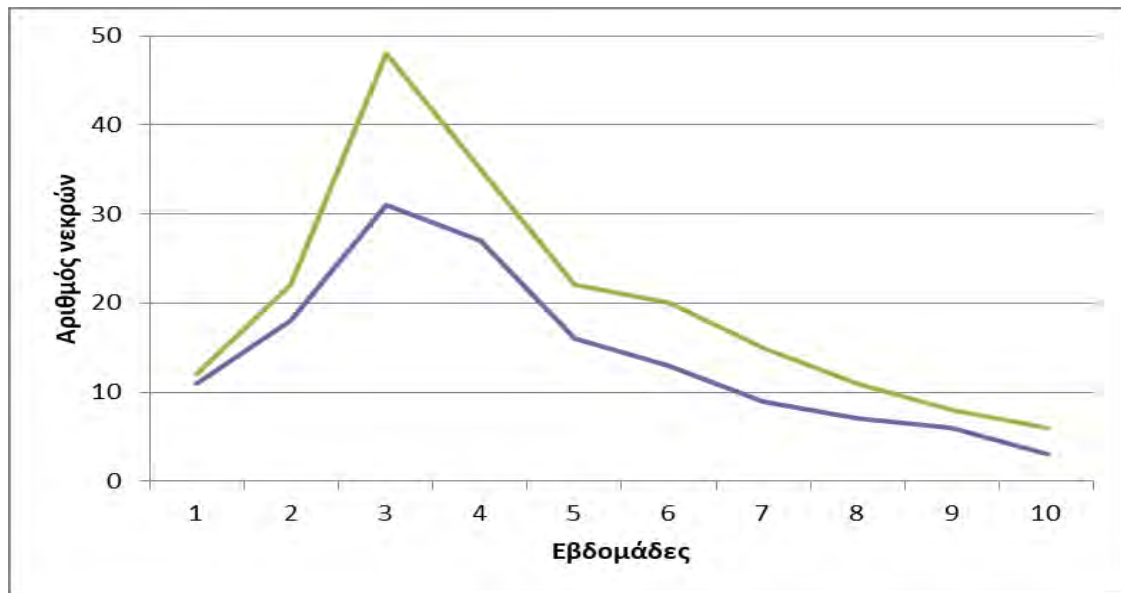
Η Εικόνα 6 παρουσιάζει το ποσοστό θνησιμότητας ανά treatment ανά εβδομάδα.



**Εικόνα 6. Ποσοστό θνησιμότητας σαλιγκαριών**

Το μεγαλύτερο ποσοστό θνησιμότητας σε όλη τη διάρκεια του πειράματος, παρατηρήθηκε κατά την 3<sup>η</sup> εβδομάδα φτάνοντας 7,9%.

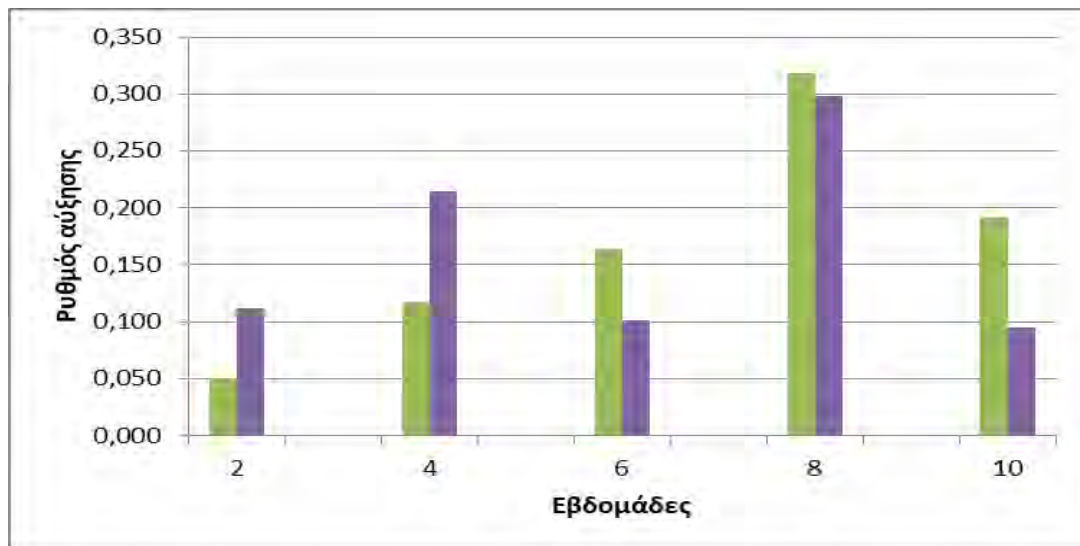
Στην Εικόνα 7 παρατηρείται ο αριθμός των νεκρών σαλιγκαριών ανά treatment, με τον μεγαλύτερο αριθμό να παρατηρείται στο treatment 2 κατά την 3<sup>η</sup> εβδομάδα, με 48 νεκρά σαλιγκάρια.



**Εικόνα 7. Αριθμός νεκρών σαλιγκαριών ανά treatment**

### Ρυθμός αύξησης

Στην Εικόνα 8 παρουσιάζεται ο ημερήσιος ρυθμός αύξησης των σαλιγκαριών ανά δύο εβδομάδες. Ο υψηλότερος εμφανίστηκε την 8<sup>η</sup> εβδομάδα και για τα δύο treatment αντίστοιχα.



**Εικόνα 8. Ρυθμός αύξησης**

### Αριθμός εμπορεύσιμων σαλιγκαριών ανά Kg

Ο αριθμός εμπορεύσιμων σαλιγκαριών φαίνεται στον παρακάτω πίνακα. Παρατηρήθηκε ότι τα σαλιγκάρια φτάσανε στο εμπορεύσιμο μέγεθος στην 8<sup>η</sup> εβδομάδα. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός εμπορεύσιμων σαλιγκαριών ανά Kg, τόσο περισσότερα σαλιγκάρια θα πρέπει να συγκεντρώσει ο παραγωγός ώστε να πουλήσει ένα κιλό παραγωγής.

| Εβδομάδες       | Εμπορεύσιμα σαλιγκάρια/Kg |             |
|-----------------|---------------------------|-------------|
|                 | Treatment 1               | Treatment 2 |
| 8 <sup>η</sup>  | 83,19                     | 64,64       |
| 9 <sup>η</sup>  | 69,30                     | 64,27       |
| 10 <sup>η</sup> | 63,41                     | 59,21       |

**Πίνακας 4. Εμπορεύσιμα σαλιγκάρια / kg**

Ο μικρότερος αριθμός εμπορεύσιμων σαλιγκαριών ανά κιλό εντοπίστηκε στο treatment 2 την τελευταία εβδομάδα ενώ ο μεγαλύτερος στο treatment 1 την 8<sup>η</sup> εβδομάδα.

## Συζήτηση

Η πειραματική εκτροφή έγινε με το είδος *Cornu aspersum maximum* και πραγματοποιήθηκε για δύο (2) μήνες (14 Αυγούστου έως 15 Οκτεβρίου 2020) με πυκνότητα 125 ζώα/μ<sup>2</sup>. Στο πλαίσιο της συγκεκριμένης προπτυχιακής διατριβής, αξιολογήθηκαν τα μορφολογικά χαρακτηριστικά εκτρεφόμενων σαλιγκαριών του είδους *Cornu aspersum maximum*, ενώ εκτιμήθηκε και η παραγωγικότητα του διχτυοκήπιου υπό βέλτιστη πληθυσμιακή πυκνότητα, μέσω παραγωγικών δεικτών.

Όσον αφορά τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επηρεάζουν την εκτροφή των σαλιγκαριών του είδους *Cornu aspersum maximum*, η ιδανική θερμοκρασία κυμαίνεται από 17°C έως 25°C, η σχετική υγρασία από 75% έως 100% και η υγρασία του εδάφους πρέπει να έχει κατακράτηση 80%. Παρόλο που υπήρχε υψηλή θερμοκρασία τον πρώτο μήνα (Αύγουστος) της εκτροφής, το δίχτυ σκίασης μείωνε το ποσοστό ηλικιακής ακτινοβολίας με αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας εντός του διχτυοκήπιου. Στη συνέχεια του πειράματος είχαμε χαμηλότερες θερμοκρασίες μέχρι μέσα Οκτωβρίου, όπου έληξε το πείραμα. Η σχετική υγρασία του αέρα μέσα στο διχτυοκήπιο ήταν σταθερά υψηλότερη σε σύγκριση με την εξωτερική και διατηρήθηκε μέσω του συστήματος δροσισμού. Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε από Katsoulas et al.,(2003), παρατηρήθηκε ότι μέσω του συστήματος δροσισμού, η θερμοκρασία μπορεί να παραμείνει χαμηλότερη από τους 25°C και η σχετική υγρασία να παραμένει σταθερή στο 80 - 85%. Επιπλέον, έχει αποδειχθεί από τους Charrier et Daguzan,(1978) ότι τα σαλιγκάρια ανεξαρτήτου ηλικίας προτιμούν θερμοκρασίες κοντά στους 20°C και υψηλά ποσοστά υγρασίας. Οι ευνοϊκές περιβαλλοντικές συνθήκες παίζουν σημαντικό ρόλο στην αύξηση του βάρους των σαλιγκαριών (Garcia, 2006).

Τα σαλιγκάρια αύξησαν το βάρος τους έως και 10 γραμμάρια, καθώς παρατηρήθηκε και αύξηση στη βιομάζα (kg/m<sup>2</sup>) από 2,67 και 2,72 σε 5,42 και 6,0 αντίστοιχα. Επίσης υψηλός ήταν και ο ημερήσιος ρυθμός αύξησης, ίσος με 0,44 γραμμάρια. Η υψηλή τιμή του ρυθμού ανάπτυξης μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι τα σαλιγκάρια προέρχονται από εκτροφείο της περιοχής, οπότε δεν υπήρξε μεγάλη αλλαγή στις περιβαλλοντικές συνθήκες οπότε δεν υπήρξε πρόβλημα

προσαρμογής. Επιπλέον, ο υψηλός ρυθμός ανάπτυξης μπορεί να οφείλεται και στο γεγονός ότι η πυκνότητα που επιλέχθηκε ( $125 \text{ ζώα/m}^2$ ), είναι πολύ κοντά στην ιδανική ( $133 \text{ ζώα/m}^2$ ) σύμφωνα με τους Charrier & Daguzan,(1978) και Daguzan,(1992) και Dupont – Nivet,(2000).

Η θνησιμότητα παρατηρείται κατά την 3<sup>η</sup> εβδομάδα αρκετά υψηλή, με ποσοστό 7,9 % καθώς κάποια σαλιγκάρια ήταν στο στάδιο της αναπαραγωγής και αυτό τα καθιστά αρκετά ευάλωτα. Επιπλέον η υψηλή θνησιμότητα οφείλεται και στις υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν μέσα με τέλη Αυγούστου. Αυτό θα μπορούσε να αποφευχθεί με πιο συχνό και μεγαλύτερης διάρκειας πότισμα, το οποίο θα κρατούσε την θερμοκρασία στο διχτυοκήπιο σταθερά πιο χαμηλή. Όμως, καθ' όλη την υπόλοιπη διάρκεια του πειράματος παρατηρήθηκε χαμηλή με ποσοστό 2 - 4 %.

Τα σαλιγκάρια φτάσαν στο εμπορεύσιμο μέγεθος σε ποσοστό άνω των 50% μετά την 5<sup>η</sup> εβδομάδα.

Στην συγκεκριμένη πειραματική εκτροφή, η πυκνότητα που χρησιμοποιήθηκε ήταν  $125 \text{ ζώα/m}^2$ . Η επιλογή έγινε με βάση της βέλτιστης πληθυσμιακής πυκνότητας σύμφωνα με την εργασία των Charrie & Daguzan (1978), που διαπιστώσαν ότι πρέπει να τοποθετούνται  $133 \text{ ζώα/m}^2$  του είδους *Cornu aspersum maximum*, ώστε να επιτευχθεί γρηγορότερη αύξηση. Η επίδραση της πυκνότητας έχει μελετηθεί από τον Daguzan το 1985, όπου σε μια μικτή εκτροφή μελέτησε τη θνησιμότητα και την αύξηση των σαλιγκαριών του είδους *Helix aspersa*. Ο Daguzan, απέδειξε ότι ο μικρότερος αριθμός σαλιγκαριών σε μια εκτροφή, δίνει καλύτερα αποτελέσματα. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Dupont – Nivet et al. (2000), όπου πραγματοποίησαν πειραματική εκτροφή με πολύ μικρότερο αριθμό ζώων. Τα σαλιγκάρια καταναλώναν μεγαλύτερη ποσότητα τροφής, με αποτέλεσμα να έχουν μεγαλύτερο τελικό βάρος με τα περισσότερα να έχουν ενηλικιωθεί κιόλας, όταν χρησιμοποιήθηκαν χαμηλές πειραματικές πυκνότητες. Επιπλέον, βάση της εργασίας του Apostolou (2020) υπολογίστηκε ότι η μέση πυκνότητα που χρησιμοποιούν οι ελληνικές σαλιγκαρατροφίες στις εντατικές εκτροφές είναι  $105,3 \text{ ζώα/m}^2$ .

## Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία αξιολογήθηκε η παραγωγικότητα εκτροφής του *Cornu aspersum maximum* σε διχτυοκήπιο υπό βέλτιστη πληθυσμιακή πυκνότητα, μέσω παραγωγικών δεικτών. Καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι η πυκνότητα παίζει σημαντικό ρόλο για μια επιτυχημένη εκτροφή.

Όσο αφορά την αύξηση των σαλιγκαριών του είδους *Cornu aspersum maximum*, τα αποτελέσματα ήταν θετικά καθώς παρατηρήθηκε υψηλός ρυθμός ανάπτυξης και η θνησιμότητα κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα καθ'όλη τη διάρκεια του πειράματος, με εξαίρεση την 3<sup>η</sup> εβδομάδα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι κάποια σαλιγκάρια ήταν στο στάδιο της αναπαραγωγής και αυτό τα καθιστούσε πιο ευάλωτα. Επιπλέον σε εκείνη την περίοδο (μέσα με τέλη Αυγούστου) επικρατούν αρκετά υψηλές θερμοκρασίες. Το υψηλό αυτό ποσοστό θνησιμότητας, θα μπορούσε να αποφευχθεί με πιο συχνή και μεγαλύτερης διάρκειας χρήση του συστήματος υδρονέφωσης, ώστε να παραμένουν για περισσότερο χρονικό διάστημα χαμηλά τα επίπεδα της θερμοκρασίας. Επιπλέον, μέχρι το τέλος του πειράματος όλα τα σαλιγκάρια είχαν φτάσει στο εμπορεύσιμο μέγεθος.

## Βιβλιογραφία

### Ελληνική βιβλιογραφία

Αποστόλου Κ. (2012). Μελέτη της επίδρασης δροσισμού με εξάτμιση στο μικροκλίμα του διχτυοκηπίου και στη δραστηριότητα των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών, Μεταπτυχιακή διατριβή, Π.Θ.

Ασημάκη Αδαμαντία και Νεοφύτου Μαρίνα (2015) « Κατανάλωση και αφομοίωση τροφής του Cornu aspersum aspersa και Cornu aspersum maximum ανάλογα με την ηλικία και το διαιτητικό επίπεδο ασβεστίου» , Προπτυχιακή Διπλωματική, Π.Θ

Βασιλική Π. Ζάβαλη (2014) « Η εκτροφή σαλιγκαριών στην Ελλάδα και οι Προοπτικές » Προπτυχιακή Εργασία , Α.Τ.Ε.Ι.Θ

Γουσουπούλου Βασιλική (2015) « Δυναμική πληθυσμών του χερσαίου γαστερόποδου Cornu aspersum maximum σε ανοιχτή εκτροφή » Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία Π.Θ

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

Μακρυγιάννης Γεώργιος (2018) «Ορθή εκτίμηση της ποσότητας του νερού που απαιτείται για την κάλυψη των αναγκών των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών σε διχτυοκήπιο και ανοιχτή εκτροφή» Μεταπτυχιακή Διπλωματική , Π.Θ

Μαρκάκης Σ. (1990) Το σαλιγκάρι και η εκτροφή του. 2η έκδοση. Χρονοπρές Α.Ε., Αθήνα.

Παππάς Ε.Ζ., (2013) «Επίδραση του μικροκλίματος του διχτυοκηπίου στην επιβίωση και την ανάπτυξη του γαστεροπόδου *Helix lucorum*» Προπτυχιακή διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Σχολή Γεωπονικών Επιστημών Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος.

Προφήτου-Αθανασιάδου Δ. (1996) Ζωολογία. Αϊβάξη, Θεσσαλονίκη, σελ. 147 - 149

Χατζηιωάννου Μ., Στάικου Α., (2016). Βιολογία & Εκτροφή Γαστεροπόδων, Σαλιγκαροτροφία.

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας  
<http://ypeka.gr/Default.aspx?tabid=247&language=el-GR>

### **Ξένη βιβλιογραφία**

Apostolou K., Neofitou C., Aifanti S., Katsoulas N., Kittas C., Hatzioannou M., (2014). Research of the cooling effect with evaporation in the microclimate of net-covered greenhouse and in the growth of farmed snails. 1st International Congress on Applied Ichthyology and Aquatic Environment-HydroMedit, Volos, Hellas; November 13 – 15

Apostolou K., Pappas – Zois E., Flessas A., Neofitou C., Katsoulas N. Kittas C., Hatzioannou M. (2016). Snail farming in net-covered greenhouses: a comparison between semi-natural and artificial conditions. Journal of International Scientific Publications. Volume 4, pp. 646 -654

Apostolou K., Staikou A., Sotiraki S., Hatzioannou M. (2020) Can heliculture be profitable for farmers? An assessment of snail-farm systems based on land use and farm components. Under review

Barker, G.M. (2004). *Natural enemies of terrestrial molluscs*. New York: CABI Publishing.

Cheney S. (1988) Raising Snails. Special Reference Briefs Series no. SRB 88-04. Beltsville, MD: USDA, National Agricultural Library, 15 pp.

Gallo G. (1986) Σαλιγκαροτροφία. Εκδόσεις Ψίχαλου, Αθήνα.

Garcia A., Perea J., Martin R., Acero R., Mayoral., Pena F. and Luque M. (2005). Effect of two diets on the growth of the *Helix aspersa* (Muller) during the Juvenile stage. 56th Annual Meeting EAAP, Uppsala, Sweden