

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ
ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Μέθοδοι εκτροφής, παραγωγικά χαρακτηριστικά και
δείκτες ευζωίας στην σαλιγκαροτροφία»**

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΥ

«Το έργο συγχρηματοδοτείται από την Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού, Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση», στο πλαίσιο της Πράξης «Ενίσχυση του ανθρώπινου ερευνητικού δυναμικού μέσω της υλοποίησης διδακτορικής έρευνας» (MIS-5000432), που υλοποιεί το Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών (ΙΚΥ)»



Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΒΟΛΟΣ 2021

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

1. Μαριάνθη **Χατζηιωάννου**, Επίκουρη Καθηγήτρια «Εκτροφή Σαλιγκαριών και Βατράχων», Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, επιβλέπουσα.
2. Σμαράγδα **Σωτηράκη**, Διευθύντρια Ερευνών, Εργαστήριο Παρασιτολογίας, Ινστιτούτο Κτηνιατρικών Ερευνών, ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Θεσσαλονίκη, μέλος.
3. Αλεξάνδρα **Στάικου**, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια «Γενική Ζωολογία», Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, μέλος.

Επταμελής Εξεταστική Επιτροπή (με αλφαβητική σειρά)

1. Δημήτρης **Καντάς**, Καθηγητής «Ζωοτεχνία», Τμήμα Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Μέλος Εξεταστικής Επιτροπής.
2. Βαΐα **Καντζούρα**, Εντεταλμένη Ερευνήτρια «Παρασιτολογία και Παρασιτικά Νοσήματα Παραγωγικών ζώων», Ινστιτούτο Κτηνιατρικών Ερευνών, ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ. Μέλος Εξεταστικής Επιτροπής.
3. Χαράλαμπος **Μπιλλίνης**, Καθηγητής «Ιολογία – Ιογενή Νοσήματα», Τμήμα Κτηνιατρικής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Μέλος Εξεταστικής Επιτροπής.
4. Σεραφείμ **Παπαδόπουλος**, Αναπληρωτής Καθηγητής «Εκτροφή Παραγωγικών Ζώων με έμφαση στην Αναπαραγωγή των Μηρυκαστικών», Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Μέλος Εξεταστικής Επιτροπής.
5. Αλεξάνδρα **Στάικου**, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια «Γενική Ζωολογία», Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Μέλος Συμβουλευτικής Επιτροπής.
6. Σμαράγδα **Σωτηράκη**, Διευθύντρια Ερευνών, Εργαστήριο Παρασιτολογίας, Ινστιτούτο Κτηνιατρικών Ερευνών, ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Θεσσαλονίκη, Μέλος Συμβουλευτικής Επιτροπής.
7. Μαριάνθη **Χατζηιωάννου**, Επίκουρη Καθηγήτρια «Εκτροφή Σαλιγκαριών και Βατράχων», Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Επιβλέπουσα.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διδακτορική διατριβή αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι της ζωής μου το οποίο πλέον φτάνει στο τέλος του. Κατά τη διάρκεια εκπόνησης της είχα την ευτυχία να συνεργαστώ με ανθρώπους που διευκόλυναν με κάθε τρόπο το έργο μου και στήριξαν την προσπάθειά μου. Θα ήταν λοιπόν παράληψη μου να μην εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου για την συμβολή και τις πολύτιμες υποδείξεις τους.

Αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω πρώτα από όλους την επιβλέπουσα της παρούσας διατριβής, Επίκουρη Καθηγήτρια Μαριάνθη Χατζηιωάννου, που με εμπιστεύτηκε και με βοήθησε σε όλα τα στάδια της παρούσας μελέτης, καθώς και για την εμπιστοσύνη και υπομονή της.

Επιπλέον, τα δύο μέλη της Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής:

Την κ. Αλεξάνδρα Στάικου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια για την πολύτιμη στήριξη, τη συνεργασία και τις συμβουλές της όλα αυτά τα χρόνια. Ακόμα θα ήθελα να την ευχαριστήσω για τις εποικοδομητικές παρατηρήσεις και την καθοριστική συμβολή της στη διαμόρφωση του κειμένου της διδακτορικής διατριβής.

Την κ. Σμαράγδα Σωτηράκη, Διευθύντρια Ερευνών του Ινστιτούτου Κτηνιατρικών Ερευνών Θεσ/νίκης, του Ελληνικού Γεωργικού Οργανισμού - ΔΗΜΗΤΡΑ για την επιστημονική καθοδήγησή της κατά τον σχεδιασμό και την υλοποίηση της παρούσας έρευνας. Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω τη βαθύτατη ευγνωμοσύνη μου για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και τη συνεργασία της, κατά τη διάρκεια της ενασχόλησής μου στο Εργαστήριο Παρασιτολογίας, του Ινστιτούτου Κτηνιατρικών Ερευνών Θεσ/νίκης, του Ελληνικού Γεωργικού Οργανισμού ΔΗΜΗΤΡΑ.

Η ολοκλήρωση της διατριβής δεν θα ήταν δυνατή χωρίς την άμεση ανταπόκρισή των μελών της τριμελούς επιτροπής σε κάθε ανάγκη που είχε παρουσιαστεί.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της εξεταστικής μου επιτροπής, τους Καθηγητές Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Χ. Μπιλλίνη και κ. Δ. Καντά, την Εντεταλμένη Ερευνήτρια του Ινστιτούτου Κτηνιατρικών Ερευνών, ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ κ. Β. Καντζούρα, και τον Αναπληρωτή Καθηγητή Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Σ. Παπαδόπουλο που δέχτηκαν εγκάρδια να συμμετάσχουν στην επιτροπή ώστε να ολοκληρωθεί η διδακτορική διατριβή.

Θερμότατα ευχαριστώ όλους τους Σαλιγκαροτρόφους που συμμετείχαν στην έρευνα, για την παροχή όλων των στοιχείων και πληροφοριών που απαιτήθηκαν, για την υπομονή που υπέδειξαν κατά τη διάρκεια της συνεργασίας μας αλλά και για τα σαλιγκάρια που προσέφεραν για την διεκπεραίωση των πειραμάτων της παρούσας διδακτορικής διατριβής.

Παράλληλα, το Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών (Ι.Κ.Υ), για την υποτροφία που μου παρείχε μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού, Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση», στο πλαίσιο της Πράξης «Ενίσχυση του ανθρώπινου ερευνητικού δυναμικού μέσω της υλοποίησης διδακτορικής έρευνας» (MIS-5000432).

Τους ανθρώπους που συνεργάστηκα όλα αυτά τα χρόνια στα εργαστήρια που έχω βρεθεί, όπως η Υπ. Διδάκτωρ Ευκαρπία Κουγιαγκά, που με βοήθησε κατά την διάρκεια των δειγματοληψιών και των πειραμάτων της διδακτορικής διατριβής. Επίσης, δεν θα μπορούσα να παραλείψω όλο το προσωπικό και ιδιαίτερα την ομάδα παρασιτολογίας του Ινστιτούτου Κτηνιατρικών Ερευνών Θεσ/νίκης, του Ελληνικού Γεωργικού Οργανισμού ΔΗΜΗΤΡΑ, για την ευχάριστη συνεργασία την τεχνική και εργαστηριακή υποστήριξη που πρόθυμα μου παρείχαν καθώς και για τη διενέργεια των μικροβιολογικών εξετάσεων της παρούσας διατριβής.

Επιπλέον ευχαριστώ θερμά τον Επίκουρο Καθηγητή Δημήτριο Κλαουδάτο και τον κ. Κωνσταντίνο Κόκκινο για τη βοήθειά τους στην στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων.

Τους γονείς μου Καλλιόπη και Αντώνη, για την κατανόηση, την ηθική στήριξη και την πολύπλευρη συμπαράσταση που μου προσέφεραν στην προσπάθειά μου αυτή. Τα αδέρφια μου Ευθύμη και Αγγελίνα, καθώς και την οικογένεια της (Γιάννης, Ζωγραφία - Ηλέκτρα και Οδυσσέας), αλλά και τα πεθερικά μου, για την αμέριστη συμπαράσταση τους σε πολύ δύσκολες στιγμές.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις απέραντες ευχαριστίες και την ευγνωμοσύνη μου στη γυναίκα μου Ελένη Νικούλη για την υπομονή, την κατανόηση και τη στήριξη που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διδακτορικής μου διατριβής.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σαλιγκαροτροφία είναι ο κλάδος της ζωικής παραγωγής που ασχολείται με τις μεθόδους εκτροφής των χερσαίων σαλιγκαριών και στοχεύει στην παραγωγή προϊόντων χρήσιμων για τον άνθρωπο, επιτυγχάνοντας αύξηση της παραγωγικότητάς τους καθώς και του αντίστοιχου οικονομικού οφέλους. Σήμερα, έχουν δημιουργηθεί εμπορικές μονάδες εκτροφής τους σε πολλά μέρη του κόσμου. Ταυτόχρονα, αναπτύχθηκαν εκτατικές και εντατικές μέθοδοι καλλιέργειας. Στην Ελλάδα κατά κύριο λόγο εκτρέφεται το είδος *Cornu aspersum* αλλά χρησιμοποιείται πολύ συχνά ένα υποείδος του, το *Cornu aspersum maximum*. Σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, το 2012 καταγράφηκαν 255 εκτροφεία σαλιγκαριών συνολικής έκτασης 1.389,3 στρεμμάτων.

Τα συστήματα εκτροφής σαλιγκαριών στην Ευρώπη ταξινομήθηκαν κυρίως σε δύο μεγάλες κατηγορίες λόγω των εγκαταστάσεων κάθε εκμετάλλευσης: την ανοικτή εκτροφή και τα διχτυοκήπια. Το σύστημα ανοιχτής εκτροφής, περιγράφεται ως εκτατικό όπου πραγματοποιούνται αναπαραγωγή και πάχυνση σε εξωτερικούς χώρους. Η εκτροφή μικτού τύπου, όπου η αναπαραγωγή πραγματοποιείται σε ελεγχόμενες συνθήκες (κτίρια, θάλαμοι, θερμοκήπια) και η πάχυνση σε διχτυοκήπια ή εξωτερικά πάρκα είναι ένα εντατικό σύστημα. Ο έντονος συνωστισμός των εκτρεφόμενων ζώων, και οι μη ελεγχόμενες συνθήκες παραγωγής αποτελούν τους κυριότερους παράγοντες μετάδοσης παθογόνων μικροοργανισμών συμπεριλαμβανόμενων και των παρασίτων. Οι παρασιτώσεις προκαλούν σημαντικές οικονομικές απώλειες που οφείλονται κυρίως στη μείωση της παραγωγής ζωικών προϊόντων, στην υποβάθμιση του ζωικού κεφαλαίου αλλά και στη δημιουργία προβλημάτων στα παραγόμενα προϊόντα με την παρουσία σε αυτά αντιπαρασιτικών ουσιών. Συχνά επίσης αποτελούν τους ενδιάμεσους ξενιστές νοσημάτων των ζώων αλλά και του ανθρώπου απειλώντας τη

Δημόσια Υγεία. Πολλές μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί όσον αφορά τους κινδύνους που αντιμετωπίζουν τα χερσαία γαστερόποδα από παράσιτα, καθώς αποτελούν κίνδυνο για μια εκμετάλλευση σαλιγκαριών, αφού μπορούν να εξαπλωθούν στον πληθυσμό τους, ιδίως όταν αυτός είναι πυκνός.

Στο 1^ο μέρος της διατριβής, αναλύθηκαν τα δομικά και διαχειριστικά χαρακτηριστικά των μονάδων εκτροφής σαλιγκαριών στην Ελλάδα για τη μεγιστοποίηση της παραγωγής. Διερευνήθηκαν στόχοι, όπως η ταξινόμηση των συστημάτων εκτροφής και η αξιολόγηση των επιπτώσεων διαφόρων παραμέτρων στην ετήσια παραγωγή. Στόχος του 2^{ου} μέρους της έρευνας ήταν η καταγραφή ειδών παρασίτων σε εκτρεφόμενα σαλιγκάρια στην Ελλάδα και η διερεύνηση πιθανών παραγόντων που σχετίζονται με το επίπεδο του παρασιτισμού. Τέλος, σκοπός του 3^{ου} μέρους ήταν ο σχεδιασμός πρωτοκόλλων εκτροφής για δύο συστήματα (ανοιχτό και διχτυοκήπιο) που οδηγούν σε ασφαλή και πιστοποιημένα προϊόντα.

Τα δεδομένα του 1^{ου} μέρους συλλέχθηκαν (2017) μέσω ερωτηματολογίου και διεξήχθη δειγματοληψία σε 29 εκτροφεία σαλιγκαριών διασκορπισμένα σε έξι διαφορετικές περιοχές (Θράκη, Κεντρική Μακεδονία, Δυτική Μακεδονία, Θεσσαλία, Δυτική Ελλάδα και Νησιά Αιγαίου - Αττική). Για τις ανάγκες της παρούσας διατριβής σχεδιάστηκαν, δοκιμάστηκαν και επιλέχθηκαν οι παραγωγικοί δείκτες με βάση τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν μέσω του ερωτηματολογίου αλλά και της δειγματοληψίας που έγινε σε κάθε μονάδα. Υπολογίστηκαν περιγραφικά στατιστικά για συνεχείς μεταβλητές και συχνότητες για κατηγορικές μεταβλητές. Στη συνέχεια, επιλέχθηκαν τέσσερις μεταβλητές (σύστημα εκτροφής, περιοχή, είδος σαλιγκαριού και υπόστρωμα) οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν ως παράγοντες για την εκτίμηση της επιρροής τους σε τρεις μεταβλητές παραγωγικότητας. Για τις μεταβλητές εξοπλισμό,

υπόστρωμα και σύστημα εκτροφής χρησιμοποιήθηκε η μη παραμετρική πολυδιάστατη κλιμάκωση (nMDS), με τη χρήση του δείκτη ομοιότητας Bray-Curtis.

Κατά τη διάρκεια της διετούς παρασιτολογικής μελέτης συλλέχθηκαν συνολικά 1.300 ενήλικα σαλιγκάρια (μέσου βάρους $14 \pm 2,4$ g) από 26 εκτροφεία το 2017 και 900 (μέσου βάρους $13,2 \pm 2,7$ g) από 18 εκτροφεία το 2018. Οι εκμεταλλεύσεις βρίσκονται στην Κεντρική, Δυτική και Βόρεια Ελλάδα και εκτρέφουν σαλιγκάρια (*Cornu aspersum maximum* και *Cornu aspersum aspersum*) για ανθρώπινη κατανάλωση. Σε κάθε εκτροφείο, επιλέχθηκαν δύο θέσεις για δειγματοληψία γαστερόποδων. Η επιλογή των σημείων βασίστηκε στην βιομάζα και τις τυχόν διαφορές στο μικροκλίμα. Εικοσιπέντε ενήλικα σαλιγκάρια συλλέχθηκαν ανά θέση και συνολικά 50 ανά εκτροφείο. Επιπλέον, συλλέχθηκαν κόπρανα των σαλιγκαριών (3 σημεία ανά εκτροφείο, 5 γραμμάρια κοπράνων συνολικά) από κάθε εκμετάλλευση. Τα δείγματα κοπράνων των σαλιγκαριών εξετάζονταν για τον προσδιορισμό του αριθμού των αυγών των γαστρεντερικών παρασίτων ανά γραμμάριο κοπράνων (eggs per gram -EPG) με την εφαρμογή της τροποποιημένης μεθόδου McMaster. Για την εύρεση ενήλικων παρασίτων, έγινε ανατομή των σαλιγκαριών αφού προηγουμένως καταγράφηκε ατομικά το βάρος και η διάμετρος του κελύφους και εξετάστηκαν χωριστά η κεφαλοποδική μάζα (πόδι μυς), το έντερο και ο πεπτικός αδένες (ηπατοπάγκρεας). Η εξέταση των οργάνων/ιστών των γαστεροπόδων πραγματοποιήθηκε σε μικροσκόπιο και αφορούσε την ανεύρεση εξελικτικών σταδίων νηματωδών και τρηματωδών παρασίτων. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε μικροβιακός έλεγχος στα γαστερόποδα. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η οριζόντια μέθοδος EN ISO 11290-1: 1996 για την ανίχνευση και καταμέτρηση της *Listeria monocytogenes* και η BS EN ISO 13720: 2010 για την απαρίθμηση των αποικιών του *Pseudomonas spp.* Για να αξιολογηθεί εάν υπάρχουν στατιστικές ενδείξεις για μια

γραμμική σχέση μεταξύ των μεταβλητών που επηρεάζουν τον αριθμό αυγών, προνυμφών ή ενήλικων παρασίτων σε μια σαλιγκαροτροφική εκμετάλλευση, χρησιμοποιήθηκε η διμερής συσχέτιση Pearson (bivariate Pearson Correlation).

Το 3^ο πείραμα πραγματοποιήθηκε σε διχτυοκήπιο και σε ανοιχτό εκτροφείο, ώστε να συγκριθούν τα δύο διαφορετικά συστήματα εκτροφής σαλιγκαριών, ενώ τα σαλιγκάρια του είδους *Cornu aspersum maximum* προέρχονταν από 2 διαφορετικές ηλικιακές κλάσεις (Ιουνίου – Αυγούστου). Οι αρχικές πυκνότητες των σαλιγκαριών ήταν: 125 ζώα / m² και 250 ζώα / m². Χωρίστηκαν σε 4 πειραματικές σειρές (2 ηλικίες επί 2 πυκνότητες) για το διχτυοκήπιο και το σύστημα ανοιχτής εκτροφής (συνολικά οκτώ). Οι δειγματοληψίες (8) πραγματοποιούνταν εβδομαδιαίως, πρωινή ώρα πριν ταϊστούν τα ζώα και συλλέγονταν 30 σαλιγκάρια ανά πειραματική σειρά. Οι δείκτες εκτροφής που υπολογίστηκαν για κάθε πειραματική σειρά για την αξιολόγηση των δύο συστημάτων εκτροφής ήταν: η θνησιμότητα, η συνολική παραγωγή, το ποσοστό εμπορεύσιμων σαλιγκαριών, ο αριθμός σαλιγκαριών ανά kg, ο μέσος ρυθμός ανάπτυξης του σωματικού βάρους, ο χρόνος ενηλικίωσης (ημέρες που απαιτήθηκαν ώστε τουλάχιστον το 50% των σαλιγκαριών ανά πειραματική σειρά να αποκτήσει γυρισμένο περιστόμιο), το ποσοστό του βάρους του ποδιού (φιλέτο) ως προς το υπόλοιπο σώμα του σαλιγκαριού (σπλάχνα - κέλυφος), το πιθανό ακαθάριστο εισόδημα ανά πειραματική σειρά. Κατά την διάρκεια του πειράματος συλλέγονταν κόπρανα από κάθε πειραματική σειρά (5 δειγματοληψίες), τα οποία εξετάστηκαν για τον προσδιορισμό του αριθμού των αυγών των γαστρεντερικών παρασίτων ανά γραμμάριο κοπράνων (eggs per gram -EPG) με την εφαρμογή της τροποποιημένης μεθόδου McMaster. Επιπροσθέτως, με την λήξη του πειράματος, πραγματοποιήθηκε ανατομή και μικροσκοπικός έλεγχος 20 σαλιγκαριών από κάθε πειραματική σειρά, για παρουσία προνυμφών ή και ενήλικων παρασίτων. Τα αποτελέσματα αυτού του ελέγχου

αποτελέσαν δείκτες ευζωίας της μονάδας εκτροφής, καθώς αποτυπώθηκε η επίδραση των διαφορετικών πυκνοτήτων αλλά και των δύο συστημάτων στην εξάπλωση των παρασίτων στα εκτρεφόμενα σαλιγκάρια. Προκειμένου να μελετηθεί η επίδραση του συστήματος εκτροφής, χρησιμοποιήθηκε ανάλυση παλινδρόμησης (Regression analysis) για όλους τους βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες, ενώ η διμερής συσχέτιση Pearson χρησιμοποιήθηκε στα δεδομένα από τον παρασιτικό έλεγχο των σαλιγκαριών καθώς και για τα αποτελέσματα από την μέθοδο McMaster.

Στα αποτελέσματα της ανάλυσης των εκτροφείων σαλιγκαριών στην Ελλάδα, περιγράφονται τα συστήματα εκτροφής και τα διαρθρωτικά και διοικητικά χαρακτηριστικά των εκμεταλλεύσεων όσον αφορά τον εκτροφέα, την μονάδα εκτροφής καθώς και παραγωγικοί δείκτες όπως η παραγωγή ανά ωφέλιμη επιφάνεια ανά έτος, ο αριθμός εμπορεύσιμων σαλιγκαριών ανά κιλό ο ρυθμός αύξησης τους ανά ημέρα. Επιπλέον, αξιολογήθηκαν οι επιπτώσεις διαφόρων παραμέτρων (μέθοδοι εκτροφής, περιοχή, εκτρεφόμενο είδος και τύπος υποστρώματος). Το 39% των εκμεταλλεύσεων της έρευνας δραστηριοποιούνται στην Κεντρική Μακεδονία ενώ η μέση διάρκεια λειτουργίας του ξεπέρασε τους οκτώ μήνες και η μέση ετήσια παραγωγή ήταν 1597 kg νωπών σαλιγκαριών. Η παρούσα μελέτη κατέγραψε πέντε (5) κατηγορίες τύπων εκτροφής σαλιγκαριών: ανοιχτή εκτροφή (38%), διχτυοκήπιο (38%), μικτό σύστημα με ανοιχτή εκτροφή (7%), υπερυψωμένες ενότητες (7%) και μικτό σύστημα με διχτυοκήπιο (10%). Οι εκμεταλλεύσεις σαλιγκαριών διαφέρουν ως προς τον τύπο υποστρώματος (καλλιεργημένα πλατύφυλλα φυτά το 77%, χαλίκι το 13%, έδαφος το 10%), τις διαθέσιμες εγκαταστάσεις και τον εξοπλισμό (60% ομοιότητα μεταξύ των περισσότερων εκτροφείων ανοιχτής εκτροφής). Η γεωγραφική θέση των εκμεταλλεύσεων επηρεάζει την παραγωγικότητα, αλλά επηρεάζει επίσης τη διάρκεια

της λειτουργίας, ειδικά σε εκτροφεία ανοιχτού τύπου, λόγω της λειτουργίας τους υπό μια ευρεία ποικιλία κλιματικών τύπων.

Στον παρασιτολογικό έλεγχο την 1η χρονιά (2017), βρέθηκαν αυγά νηματωδών παρασίτων σε όλα τα δείγματα με εύρος από 40 EPG έως 20880 EPG. Η μέση τιμή για τα αυγά ανά γραμμάριο ήταν $3589 \pm 5726,5$. Η υψηλότερη μέση τιμή (7471 EPG), παρουσιάστηκε σε μικτό σύστημα με διχτυοκήπιο, ενώ στις ανοιχτές εκτροφές καταγράφηκε η χαμηλότερη (2349 EPG). Σε αυτήν την πρώτη έρευνα (2017) στην Ελλάδα, απομονώθηκαν τρία είδη νηματωδών παρασίτων. Ο επιπολασμός του *Phasmarhabditis hermaphrodita* κυμαινόταν από 10% έως 40% (έντερο), ενώ ήταν 20% για το *Muellerius capillaris* (ιστός ποδιών, προνύμφες τρίτου σταδίου) και 15% για το *Alloionema appendiculatum* (ιστούς ποδιών). Τέλος όλα τα δείγματα από τις ανοιχτές εκτροφές, τις υπερυψωμένες ενότητες και τα διχτυοκήπια, ήταν θετικά για την παρουσία *Listeria monocytogenes*. Στο μικτό σύστημα, το 80% των δειγμάτων ήταν θετικό για το *Listeria spp.*, ενώ η παρουσία του μικροοργανισμού *Pseudomonas spp.* κυμαινόταν από $5,6 \cdot 10^3$ CFU / gr έως $8,7 \cdot 10^4$ CFU / gr. Το 2018, από τα 18 εκτροφεία σαλιγκαριών από τα οποία συλλέχθηκαν δείγματα, βρέθηκαν σε όλα αυγά νηματωδών παρασίτων με εύρος από 160 EPG έως 11080 EPG. Αυτό σημαίνει πως για το έτος 2018 ο μέσος όρος EPG ήταν 2535 ± 3272 (T.A.). Η υψηλότερη μέση τιμή EPG βρέθηκε σε διχτυοκήπιο, ενώ τα μικτά συστήματα εμφάνισαν την χαμηλότερη. Ενήλικα νηματώδη παράσιτα, εμφανίστηκαν μόνο σε δύο συστήματα [ανοιχτή εκτροφή (42,8%) και διχτυοκήπιο (40%)]. Τα είδη ήταν το *P. hermaphrodita* (20-40%, έντερο), το *M. capillaris* (40%, πόδι,) και το *A. appendiculatum* (20-60%, έντερο). Τέλος, το *P. hermaphrodita* ήταν το πιο διαδεδομένο ενήλικο νηματώδες παράσιτο σε κάθε σύστημα εκτροφής.

Τα αποτελέσματα από την πειραματική εκτροφή που πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας έδειξαν πως η μέση τιμή της θερμοκρασίας αλλά και η σχετική υγρασία τόσο στο διχτυοκήπιο όσο και στην ανοιχτή εκτροφή ήταν εντός των ιδανικών συνθηκών. Συγκεκριμένα, η μέση εξωτερική θερμοκρασία ήταν μεγαλύτερη της αντίστοιχης εντός διχτυοκηπίου (19,28°C, 18,18°C), λόγω των υψηλών θερμοκρασιών τον πρώτο μήνα (Σεπτέμβριος) της εκτροφής. Συνολικά, δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές λόγω των χαμηλότερων θερμοκρασιών από την δεύτερη εβδομάδα του Οκτωβρίου. Όσον αφορά την σχετική υγρασία αέρα, εντός διχτυοκηπίου η τιμή της ήταν πάντα υψηλότερη από την εξωτερική. Μάλιστα η μέση τιμή της έφτασε το 92,85% έναντι του 85,4% της εξωτερικής. Επιπλέον, οι τιμές της ελάχιστης σχετικής υγρασίας παρουσίασαν σημαντική απόκλιση μεταξύ τους (69,69% - 57,48%). Όσον αφορά την αύξηση βάρους των σαλιγκαριών του πειράματος κρίθηκε ικανοποιητική. Συγκεκριμένα, τα σαλιγκάρια μικρής ηλικίας, τόσο εντός όσο και εκτός διχτυοκηπίου αύξησαν το βάρος τους έως και 10 γραμμάρια. Αντίστοιχα, τα ζώα της ηλικιακής κλάσης των μεγάλων παρουσίασαν μικρότερη αύξηση (3,5 γραμμάρια στην ανοιχτή εκτροφή και 6,5 στο διχτυοκήπιο). Αντίστοιχα η βιομάζα (Kg/m²) για την ηλικιακή ομάδα των μικρών διπλασιάστηκε και στους δύο τύπους εκτροφής, ενώ στην ηλικιακή ομάδα των μεγάλων η αύξηση ήταν σαφώς μικρότερη (0,5 – 0,8 Kg/m²). Για να παρουσιαστεί ποσοστό άνω του 50% σε εμπορεύσιμα σαλιγκάρια για την ηλικιακή ομάδα των μεγάλων (γενιά Ιουνίου) απαιτήθηκαν μόλις δύο εβδομάδες εκτροφής. Αντίθετα οι μετρήσεις στην ηλικιακή ομάδα των μικρών (γενιά Αυγούστου), έδειξαν αναμενόμενα αποτελέσματα καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό έφτασε το εμπορεύσιμο μέγεθος μετά την πάροδο ενός μήνα. Στο πείραμά μας η θνησιμότητα παρέμεινε καθόλη την διάρκεια σε χαμηλά επίπεδα. Συνολικά το μέσο ποσοστό θνησιμότητας κυμάνθηκε στο 12,4%

για τα σαλιγκάρια ανοιχτής εκτροφής και στο 10,85% για τα αντίστοιχα του διχτυοκηπίου. Σχεδόν σε όλες τις πειραματικές σειρές τα μεγαλύτερα ποσοστά θνησιμότητας παρουσιάστηκαν τις 3 πρώτες εβδομάδες. Ο υψηλότερος μέσος ρυθμός αύξησης σημειώθηκε στα γαστερόποδα γενιάς Αυγούστου (0,20 gr/ζώο/ημέρα). Αντίθετα, ο ρυθμός αύξησης στην ηλικιακή κλάση των μεγάλων σαλιγκαριών (γενιά Ιουνίου) έφτανε μόλις τα 0,12 gr/ζώο/ημέρα. Επιπλέον, υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ της αύξησης στις πειραματικές σειρές εντός διχτυοκηπίου με αυτές στην ανοιχτή εκτροφή (0,18 – 0,21 gr/ζώο/ημέρα). Μάλιστα, παρατηρήθηκε υψηλότερος ρυθμός στα ζώα εντός του διχτυοκηπίου σε σχέση με την ανοιχτή εκτροφή (0,13 – 0,11 gr/ζώο/ημέρα). Συνολικά, στις περισσότερες πειραματικές σειρές στην ηλικιακή κλάση των μικρών απαιτήθηκαν έως 28 ημέρες για να επιτευχθεί η ενηλικίωση του 50% του πληθυσμού των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών, ενώ στην ηλικιακή κλάση των μεγάλων μόλις 14. Στην ανατομία που πραγματοποιήθηκε στο τέλος του πειράματος βρέθηκαν ενήλικα παράσιτα των ειδών *A. appendiculatum* και *Phasmarhabditis* σε όλες τις πειραματικές σειρές εντός διχτυοκηπίου και μόλις σε μία στην ανοιχτή εκτροφή. Τέλος, απαιτείται η κατάλληλη διαχείριση για την επίτευξη των ιδανικών συνθηκών και κατά συνέπεια την μεγιστοποίηση της παραγωγής.

Η αξιολόγηση των δομικών και διαχειριστικών χαρακτηριστικών των σύγχρονων αγροκτημάτων, συμπεριλαμβανομένης της σαλιγκαροτροφίας, μπορεί να συμβάλει στη βιώσιμη παραγωγή τροφίμων. Αυτή είναι η πρώτη μελέτη που ταξινομεί τις εκτροφές σαλιγκαριών στην Ελλάδα και τις περιγράφει λεπτομερώς. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι εντατικές εκμεταλλεύσεις παρουσιάζουν υψηλή παραγωγή. Η εκτροφή σαλιγκαριών μπορεί να είναι μια πολλά υποσχόμενη κερδοφόρα επιχείρηση, αλλά αυτό εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Χρειαζόμαστε περισσότερες εμπειριστατωμένες επιστημονικές γνώσεις και έρευνες σχετικά με την

αναπαραγωγή και την ανάπτυξη σαλιγκαριών καθώς και τις κλιματολογικές και γεωγραφικές πτυχές των περιοχών όπου είναι εγκατεστημένες οι μονάδες εκτροφής.

Η παρασιτολογική μελέτη κατέγραψε δύο ενήλικα είδη νηματωδών παρασίτων (*P. hermaphrodita*, *A. appendiculatum*) καθώς και προνύμφες 3ου σταδίου του νηματώδους *M. capillaris* σε εκτρεφόμενα σαλιγκάρια, κάτι το οποίο αποτελεί την πρώτη τους αναφορά στην Ελλάδα. Τα ενήλικα παράσιτα βρέθηκαν σε σαλιγκάρια όλων των τύπων εκτροφής, σε τρεις διαφορετικές περιοχές (Μακεδονία, Θεσσαλία και Δυτική Ελλάδα) τόσο στους ιστούς του ποδιού αλλά και στο έντερο. Η αύξηση του ποσοστού των εκτροφείων σαλιγκαριών στα οποία βρέθηκαν ενήλικα παράσιτα κατά το δεύτερο έτος (38,8%) υποδηλώνει ότι πρέπει να ληφθούν προληπτικά μέτρα για την προστασία των σαλιγκαριών εκτροφής και τον περιορισμό της εξάπλωσης των παρασίτων. Ένα σημαντικό ζήτημα που τέθηκε, είναι ότι η υψηλή υγρασία (απαιτείται για πάχυνση) αυξάνει την παρουσία παρασίτων νηματωδών ενηλίκων. Τέλος, πρέπει να σημειωθεί η σημαντικότητα της εφαρμογής μεθόδων κοπρανολογικής εξέτασης των κοπράνων όπως αυτής της μεθόδου McMaster για την παρακολούθηση των παρασιτικών μολύνσεων στην σαλιγκαροτροφία. Πρόκειται για ευρέως χρησιμοποιούμενη πρακτική στα παραγωγικά ζώα και σε ότι αφορά τα σαλιγκάρια είναι σημαντική γιατί γίνεται σε ζωντανά ζώα χωρίς να απαιτείται να θυσιάσουμε ζώα για να γίνει ή διάγνωση. Απαραίτητη προϋπόθεση βέβαια αποτελεί το ότι τα παράσιτα που διερευνούμε σε κάποιο από τα στάδια εξέλιξής τους να εντοπίζονται στα κόπρανα.

Τέλος, η παρούσα διατριβή αποτελεί την πρώτη εργασία καταγραφής της εκτροφής σαλιγκαριών του είδους *Cornu aspersum maximum* σε διχτυοκήπιο σε σύγκριση με ανοιχτή εκτροφή, καθώς παρόμοιες έρευνες έχουν γίνει μόνο σε ζώα ενός από τους δύο τύπους εκτροφής. Τα αποτελέσματα που αφορούν την αύξηση των σαλιγκαριών του είδους *Cornu aspersum maximum* τους φθινοπωρινούς μήνες ήταν

εξαιρετικά, καθώς όλα τα ζώα τόσο στο ανοιχτό σύστημα εκτροφής όσο και στο διχτυοκήπιο, έφτασαν σε εμπορεύσιμο μέγεθος στο τέλος του πειράματος, ενώ και ο ρυθμός αύξησής του κρίθηκε ικανοποιητικός. Ακόμα, η θνησιμότητα κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα σε όλη την διάρκεια του πειράματος.

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1. Εκτροφή σαλιγκαριών (<i>Heliciculture</i>).....	1
1.2. Εδώδιμα είδη χερσαίων σαλιγκαριών	3
1.3. Μέθοδοι εκτροφής σαλιγκαριών στην Ελλάδα	8
1.4. Κλιματικές συνθήκες	12
1.5. Πειραματική εκτροφή	13
1.6. Ταξινόμηση συστημάτων εκτροφής στην ζωική παραγωγή	15
1.7. Παράσιτα των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών	16
1.8. Σκοπός της Διδακτορικής διατριβής.....	21
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	23
2.1. Διερεύνηση της βιωσιμότητας των συστημάτων εκτροφής σαλιγκαριών στην Ελλάδα	23
2.1.1. Προεργασία έρευνας	23
2.1.2. Εκτροφεία σαλιγκαριών που συμμετείχαν στην έρευνα	24
2.1.3. Συλλογή Δεδομένων - Ερωτηματολόγιο.....	26
2.1.4. Παραγωγικά χαρακτηριστικά που αξιολογήθηκαν.....	31
2.1.5. Στατιστική επεξεργασία	33
2.2. Μελέτη της παρουσίας παρασίτων σε εκτρεφόμενα σαλιγκάρια.....	37
2.2.1. Διαδικασία δειγματοληψίας.....	37
2.2.2. Παρασιτολογικές εξετάσεις.....	40
2.2.3. Προσδιορισμός αριθμού αυγών γαστρεντερικών παρασίτων.....	41
2.2.4. Ανατομή σαλιγκαριών	41
2.2.5. Μικροβιολογικές εξετάσεις	42
2.2.6. Στατιστική ανάλυση	43
2.3. Πειραματική εκτροφή σαλιγκαριών.....	43
2.3.1. Διχτυοκήπιο	44
2.3.2. Εσωτερική Διαμόρφωση Διχτυοκηπίου	45
2.3.3. Ανοιχτή εκτροφή.....	46
2.3.4. Κλιματικά δεδομένα	47
2.3.5. Διαδικασία πειράματος.....	47
2.3.6. Διαδικασία δειγματοληψίας.....	50
2.3.7. Δείκτες εκτροφής	51
2.3.8. Παρασιτολογική εξέταση	52
2.3.9. Στατιστική επεξεργασία	53
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	55

3.1. Διερεύνηση της βιωσιμότητας και διαχείριση των συστημάτων εκτροφής σαλιγκαριών στην Ελλάδα	55
3.1.1. Χαρακτηριστικά των εκμεταλλεύσεων σαλιγκαριών	55
3.1.2. Ταξινόμηση των συστημάτων εκτροφής σαλιγκαριών στην Ελλάδα	68
3.2. Μελέτη της παρουσίας παρασίτων σε εκτρεφόμενα σαλιγκάρια στην Ελλάδα	79
3.2.1. Πρώτο έτος έρευνας (2017)	80
3.2.1.1. Προσδιορισμός του αριθμού αυγών γαστρεντερικών παρασίτων (Τροποποιημένη μέθοδος McMaster).....	80
3.2.1.2. Ανατομή σαλιγκαριών και Ταυτοποίηση Παρασίτων	82
3.2.1.3. Μικροβιολογικές εξετάσεις.....	85
3.2.2. Δεύτερο έτος έρευνας (2018)	85
3.2.2.1. Προσδιορισμός του αριθμού αυγών γαστρεντερικών παρασίτων	85
3.2.2.2. Ανατομή σαλιγκαριών.....	87
3.2.3. Διμερής συσχέτιση Pearson	88
3.2.4. Προβλήματα και κίνδυνοι στην εκτροφή σαλιγκαριών.....	89
3.3. Πειραματική εκτροφή σαλιγκαριών.....	91
3.3.1. Ηλικιακή Κλάση μεγάλων σαλιγκαριών (Γενιά Ιουνίου)	93
3.3.1.1. Παραγωγικά χαρακτηριστικά σαλιγκαριών	93
3.3.1.2. Μεταβολή βιομάζας.....	94
3.3.1.3. Ποσοστό εμπορεύσιμων σαλιγκαριών	96
3.3.1.4. Ημέρες που απαιτούνται ως την ενηλικίωση των σαλιγκαριών	97
3.3.1.5. Ποσοστό θνησιμότητας.....	97
3.3.1.6. Εκτίμηση Ρυθμού αύξησης.....	98
3.3.1.7. Παραγωγικοί Δείκτες.....	99
a) Αριθμός εμπορεύσιμων σαλιγκαριών ανά Kg.....	99
b) Αναλογία ποδιού (φιλέτο) – σώματος σαλιγκαριού.....	100
3.3.1.8. Δείκτες Ευζωίας.....	101
3.3.2. Ηλικιακή Κλάση μικρών σαλιγκαριών (Γενιά Αυγούστου)	102
3.3.2.1. Παραγωγικά χαρακτηριστικά σαλιγκαριών	102
3.3.2.2. Μεταβολή βιομάζας.....	104
3.3.2.3. Ποσοστό εμπορεύσιμων σαλιγκαριών	105
3.3.2.4. Ημέρες που απαιτούνται ως την ενηλικίωση των σαλιγκαριών	106
3.3.2.5. Ποσοστό θνησιμότητας.....	107
3.3.2.6. Εκτίμηση ρυθμού αύξησης.....	108
3.3.2.7. Παραγωγικοί δείκτες.....	109
a) Αριθμός εμπορεύσιμων σαλιγκαριών ανά Kg.....	109

b) Αναλογία ποδιού (φιλέτο) – σώματος σαλιγκαριού.....	109
3.3.2.8. Δείκτες ευζωίας.....	110
3.3.3. Διμερής συσχέτιση Pearson (bivariate Pearson Correlation)	112
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	117
4.1. Βιωσιμότητα και διαχείριση των συστημάτων εκτροφής σαλιγκαριών στην Ελλάδα	117
4.2. Μελέτη της παρουσίας παρασίτων σε εκτρεφόμενα σαλιγκάρια.....	123
4.3. Αξιολόγηση δύο συστημάτων εκτροφής με την χρήση δεικτών παραγωγής και ευζωίας.....	129
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	136
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	140
Ελληνική.....	140
6. Abstract	154
Παράρτημα	162

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Εκτροφή σαλιγκαριών (*Heliciculture*)

Σαλιγκαροτροφία είναι ο κλάδος της ζωικής παραγωγής που ασχολείται με τις μεθόδους εκτροφής των χερσαίων σαλιγκαριών και στοχεύει στην παραγωγή προϊόντων χρήσιμων για τον άνθρωπο, επιτυγχάνοντας αύξηση της παραγωγικότητάς τους καθώς και του αντίστοιχου οικονομικού οφέλους.

Η εκτροφή σαλιγκαριών χρονολογείται από τον 1ο αιώνα π.Χ. καθώς στην αρχαία Ρώμη διατηρούσαν τα σαλιγκάρια σε ειδικούς κήπους για πάχυνση, πριν τα καταναλώσουν ως έδεσμα. Αναφέρεται, επίσης, ότι οι Ρωμαίοι επέλεγαν ως γεννήτορες τα καλύτερα σαλιγκάρια. Από την αρχαιότητα, υπάρχουν μαρτυρίες για τη χρήση παρασκευασμάτων, με βάση τα σαλιγκάρια, για τη θεραπεία του σκορβούτου, της δυσπεψίας, του στομαχόπνου, της βρογχίτιδας και της φυματίωσης, ενώ από τις αρχές του περασμένου αιώνα χρησιμοποιούνται και για τη θεραπεία των ασθενειών του αναπνευστικού συστήματος και του κοκίτη (Gallo 1986, Μαρκάκης 1990). Από τα μέσα του 19ου αιώνα και μετά άρχισαν να καταναλώνονται σε πολλές χώρες της Ευρώπης, με σημαντικότερη τη Γαλλία. Στις αρχές του προηγούμενου αιώνα οι Γάλλοι είχαν ήδη αναπτύξει την τεχνογνωσία εκτροφής και μεταποίησης των σαλιγκαριών και των ειδικών προϊόντων που προέρχονται από τα σαλιγκάρια.

Σήμερα, έχουν δημιουργηθεί εμπορικές μονάδες εκτροφής τους σε πολλά μέρη του κόσμου. Ταυτόχρονα, αναπτύχθηκαν εκτατικές και εντατικές μέθοδοι καλλιέργειας (Bonnet et al., 1990, Ligaszewski et al., 2014, Forte et al., 2016). Έτσι, πολλές χώρες (Γαλλία, Ιταλία, Κίνα, Αυστραλία), παράγουν και εξάγουν μεγάλες ποσότητες σαλιγκαριών. Μόνο στη Γαλλία, καταναλώνονται 40.000 τόνοι σαλιγκαριών ετησίως. Σύμφωνα με στοιχεία του 2013 η Ιταλία είναι παγκόσμια πρώτη στον τομέα της εκτροφής σαλιγκαριών με ετήσιο όγκο πωλήσεων 265 εκατομμυρίων ευρώ (Forte et

al., 2016) καθώς αντιπροσωπεύει μια ακμάζουσα και επιτυχημένη δραστηριότητα, χάρη στην αρχαία παράδοση διατροφής στις αγροτικές περιοχές της χώρας.

Στη χώρα μας, σύμφωνα με το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, ο κλάδος της Σαλιγκαροτροφίας υπάρχει εδώ και 30 χρόνια, αλλά παρουσίαζε για πολλά χρόνια στασιμότητα. Ωστόσο, παρόλο που η επαναδραστηριοποίηση του κλάδου τα τελευταία χρόνια ήταν έντονη, οι επίσημοι κρατικοί φορείς δεν προχώρησαν στην πλήρη ανάλυση και καταγραφή του. Από τις αρχές του 1960 άρχισαν να πραγματοποιούνται οι πρώτες εξαγωγές σαλιγκαριών που προέρχονταν από εγχώριους φυσικούς πληθυσμούς με προορισμό τη Γαλλία, ενώ στη διάρκεια της δεκαετίας του 1970 η αύξηση των εξαγωγών ήταν ραγδαία, με αποτέλεσμα να ιδρυθούν εμπορικές επιχειρήσεις καθώς και βιομηχανικές και βιοτεχνικές μονάδες επεξεργασίας σαλιγκαριών. Έτσι, η πρώτη περίοδος δραστηριοποίησης του κλάδου καταγράφηκε κατά τις δεκαετίες του 1970 - 1980, αλλά τελικά συρρικνώθηκε χωρίς να υπάρξει μεγάλη εξέλιξη. Σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία του 2011, οπότε και έγινε για πρώτη φορά απογραφή από το Τμήμα Μελισσοκομίας, Σηροτροφίας και λοιπών ασπόνδυλων ζωικών οργανισμών του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, υπήρχαν στην Ελληνική επικράτεια 136 εκτροφεία σαλιγκαριών συνολικής έκτασης 575 στρεμμάτων, ενώ για το 2012 καταγράφηκαν 255 εκτροφεία σαλιγκαριών συνολικής έκτασης 1.389,3 στρεμμάτων (Χατζηγιάννου & Στάικου 2015). Παρόλα αυτά, ο πραγματικός αριθμός των εκτροφείων είναι απροσδιόριστος, διότι πολλές μονάδες εγκαταλείπονται στα πρώτα 2-3 χρόνια λειτουργίας τους, ενώ συγχρόνως ιδρύονται νέες, πολλές από τις οποίες όμως δε δηλώνονται στις αρμόδιες υπηρεσίες του Υπουργείου (Τμήματα Κτηνιατρικής των διευθύνσεων Αγροτικής Ανάπτυξης).

Σε παγκόσμιο επίπεδο, τα χερσαία γαστερόποδα, στα οποία περιλαμβάνονται τα σαλιγκάρια, θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως σημαντική πηγή πρωτεϊνών για έναν

αυξανόμενο πληθυσμό, ο οποίος αναμένεται να ανέλθει σε εννέα δισεκατομμύρια ανθρώπους το 2050 (FAO, 2013). Η κατανάλωση βρώσιμων σαλιγκαριών στην Ευρώπη υπερβαίνει τους 100.000 τόνους, ενώ οι συνολικές εισαγωγές παρουσίασαν αύξηση 49% μεταξύ 1995 και 2010 (Morei et al., 2012; Oikonomou et al., 2012).

Τα χερσαία γαστερόποδα αποτελούν ένα προϊόν υψηλής διατροφικής αξίας και μια πηγή για την παραγωγή ειδικών προϊόντων (χαβιάρι σαλιγκαριών, βλέννα, βιοδραστικές ουσίες) μεγάλης εμπορικής αξίας (Bonnemain et al., 2003). Τα τελευταία χρόνια στον δερματολογικό τομέα, έχει σημειωθεί αύξηση στη χρήση εκχυλίσματος σαλιγκαριών (π.χ. στη διαχείριση των εγκαυμάτων) καθώς έχει παρουσιάσει θεραπευτικές, ηρεμιστικές και αντιγηραντικές ιδιότητες (Tsoutsos et al., 2009).

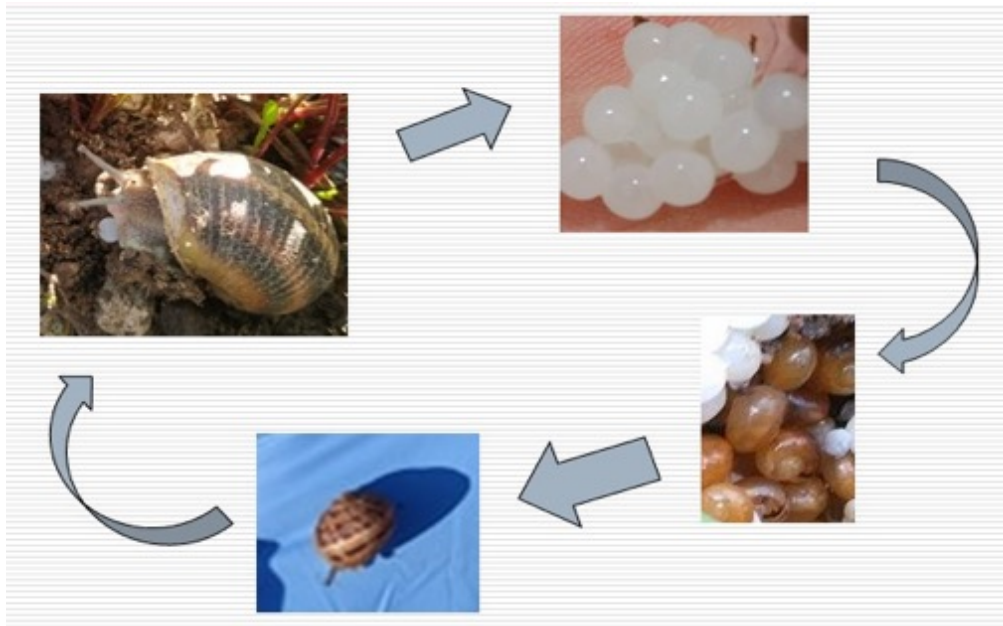
1.2. Εδώδιμα είδη χερσαίων σαλιγκαριών

Τα εδώδιμα είδη χερσαίων σαλιγκαριών δεν ξεπερνούν παγκοσμίως τα 30, τα οποία κατανέμονται σε οκτώ οικογένειες, τις *Achatinidae*, *Ampullariidae*, *Bulimulidae*, *Clausilidae*, *Helicidae*, *Orthalicidae*, *Sphincterochilidae* και *Strophocheilidae*. Από τις οικογένειες αυτές τα περισσότερα και σημαντικότερα εδώδιμα και εμπορεύσιμα είδη συναντώνται στις οικογένειες *Helicidae*, *Achatinidae* και *Ampullariidae*. Τα εδώδιμα είδη της οικογένειας *Ampullariidae*, που είναι σαλιγκάρια του γλυκού νερού, ανήκουν κυρίως στο γένος *Pomacea*, απαντούν στη Νότια Αμερική και έχουν εισαχθεί, επίσης, σε χώρες της Νοτιοανατολικής Ασίας. Τα είδη της οικογένειας *Achatinidae* εκτρέφονται στην Αφρική και στη Νοτιοανατολική Ασία, ενώ πρόσφατα έχουν εγκατασταθεί καλλιέργειες και σε Ευρωπαϊκές χώρες (Μεγάλη Βρετανία). Στην Ευρώπη και Βόρεια Αμερική υπάρχουν γύρω στα 20 εδώδιμα και εμπορεύσιμα είδη σαλιγκαριών της οικογένειας *Helicidae* (Χατζηιωάννου & Στάικου, 2015). Στην οικογένεια αυτή ανήκουν τα περισσότερα εδώδιμα και εμπορεύσιμα είδη στην Ευρώπη και συγκεκριμένα στην περιοχή της Μεσογείου.

Τα είδη των εδώδιμων σαλιγκαριών που διαβιούν ελεύθερα στην Ευρώπη είναι περίπου δώδεκα και μόνο τέσσερα έως πέντε είναι εμπορεύσιμα: Το *Cornu aspersum* (συν. *Helix aspersa*, κοινό όνομα στην Ελλάδα: κρητικός κοχλίας) είναι το πιο γνωστό και καλύπτει το 40% του ευρωπαϊκού εμπορίου, το *Helix pomatia* (σαλιγκάρι της Βουργουνδίας ή Ρωμαϊκό σαλιγκάρι ή εδώδιμο σαλιγκάρι) καλύπτει το 28% του εμπορίου, το *Helix lucorum* (Μαύρο ή τούρκικο σαλιγκάρι) καλύπτει το 22% και, τέλος, το ευρέως εξαπλωμένο είδος *Eobania vermiculata* καλύπτει το υπόλοιπο 8,5% του εμπορίου (Overview of the European Community 1993). Στην Ελλάδα κατά κύριο λόγο εκτρέφεται το είδος *Cornu aspersum* αλλά χρησιμοποιείται πολύ συχνά ένα υποείδος του, το *Helix aspersa maxima* (Χατζηιωάννου & Στάικου, 2015). Εκτροφή σαλιγκαριών γίνεται και σε άλλες χώρες με ιδιαίτερα ανταγωνιστικές τιμές (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων 2012).

Το *Cornu aspersum aspersum* είναι είδος μεσογειακής καταγωγής (Madec et al., 2003) το οποίο, είναι ευρύτατα διαδεδομένο στις ωκεάνιες χώρες της Δ. Ευρώπης (κυρίως στη Γαλλία), ενώ σποραδικά απαντά στην Κ. Ευρώπη, στη Β. Αφρική και στην Α. Ασία. Έχει μικρό μέγεθος (2,5 – 4 cm διάμετρος) αλλά έχει γρήγορη ανάπτυξη. Το μέσο βάρος του είναι 10g (Dupont – Nivet et al., 2000). Τα σαλιγκάρια του είδους *C. aspersum*, αποθέτουν αυγά (Εικόνα 1.1) σε υγρές κοιλότητες κάτω από πέτρες ή σε κοιλότητες δέντρων. Ο αριθμός των αυγών που αποτίθενται κυμαίνεται σημαντικά μεταξύ 45-200 αυγών, τα οποία αποτίθενται σε μία έως και τρεις ωαποθέσεις. Έχουν όμως παρατηρηθεί και μεγαλύτερες ωαποθέσεις έως και 300 αυγών (Χατζηιωάννου και Στάικου, 2015). Το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να εκκολαφθούν τα αυγά ποικίλλει ανάλογα με τη θερμοκρασία και την υγρασία τού περιβάλλοντος. Τις πρώτες ημέρες αμέσως μετά την εκκόλαψη τα νεαρά σαλιγκάρια (Εικόνα 1.1) παραμένουν στο

έδαφος, όπου τρέφονται με τα υπολείμματα των θρεπτικών υλικών που υπήρχαν στο αυγό.



Εικόνα 1.1: Κύκλος ζωής χερσαίων γαστερόποδων.

Το *Cornu aspersum maximum* (Εικόνα 1.1) είναι μεγαλύτερο σε μέγεθος από το *C. aspersum* και φυσικοί πληθυσμοί του βρίσκονται στην Β. Αφρική και την Ασία (Guiller et al., 2001). Το υποείδος αυτό χαρακτηρίζεται από γρήγορη αύξηση και φτάνει σε ώριμο αναπαραγωγικά μέγεθος (με βάρος 25-30 g) μέσα σε 6-12 μήνες κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες. Μπορεί να φθάσει το μέγιστο βάρος των 45 g (Χατζηγιάννου & Στάικου, 2015).

Τα χερσαία σαλιγκάρια ανήκουν στην κλάση Γαστερόποδα (*Gastropoda*) του φύλου των Μαλακίων (*Mollusca*). Τις κυριότερες τάξεις των πνευμονοφόρων γαστερόποδων, αποτελούν τα **Στυλοματοφόρα** (τα οποία έχουν δύο ζεύγη κεραιών, στα άκρα του μεγαλύτερου ζευγαριού των οποίων υπάρχουν οι οφθαλμοί (γυμνοσάλιαγκες και σαλιγκάρια ξηράς) και τα **Βασσοματοφόρα** (λιμναία σαλιγκάρια). Κύρια χαρακτηριστικά των Στυλλοματοφόρων αποτελούν η κεφαλή, το

πόδι καθώς και η σπλαχνική κοιλότητα, που περιέχει όλα τα εσωτερικά όργανα (Προφήτου-Αθανασιάδου 1996).

Τα σαλιγκάρια έχουν μαλακό σώμα, το οποίο προστατεύεται από το κέλυφός τους και χωρίζεται σε δύο τμήματα. Το ένα τμήμα περιλαμβάνει το πόδι και το κεφάλι, και το άλλο τμήμα τη σπλαχνική μάζα. Η σπλαχνική μάζα βρίσκεται συνεχώς προστατευμένη στο εσωτερικό του κελύφους, ενώ το πόδι, με τα όργανα που φέρει, μπορεί να εκβάλλει από το κέλυφος, όταν το σαλιγκάρι έρπει, τρέφεται ή ζευγαρώνει, και μπορεί να αποσύρεται στο εσωτερικό του κελύφους σε περιόδους ανάπαυσης

Το κέλυφος των σαλιγκαριών αποτελείται από οργανικά και ανόργανα συστατικά. Το κύριο ανόργανο συστατικό του είναι ο ασβεστίτης ή ανθρακικό ασβέστιο και αντιπροσωπεύει 0,1 έως 5% του συνολικού βάρους του κελύφους (Χατζηγιάννου & Στάικου 2015).

Στην κεφαλή, υπάρχουν το στόμα, που βρίσκεται στην κοιλιακή επιφάνειά της, αλλά και ένα ή δύο ζεύγη κεραιών, στα οποία βρίσκονται οι οφθαλμοί. Τα πνευμονοφόρα γαστερόποδα, είναι κυρίως φυτοφάγα.. Το πόδι τους, είναι ένα επίπεδο πέλμα, που έχει προσαρμοστεί για μετακίνηση πάνω σε χερσαία βλάστηση. Το πέλμα περιλαμβάνει ένα μεγάλο αδέν, που εκκρίνει βλέννα και βοηθά στη μετακίνηση του ζώου. Το κέλυφος παίζει προστατευτικό ρόλο (θηρευτές, κλιματικές συνθήκες), αλλά συμμετέχει στο μεταβολισμό και στη ρύθμιση της απώλειας νερού. Εκκρίνεται από την επιδερμίδα του μανδύα και αποτελείται σε πολύ μεγάλο ποσοστό από ανθρακικό ασβέστιο. Είναι σπειροειδές, χωρίς ομφαλό και η τελευταία σπείρα καταλήγει στο περιστόμιο.

Πολλές φορές, έχουν παρατηρηθεί σαλιγκάρια, να ζευγαρώνουν χωρίς όμως να ωοαποθέτουν. Πριν την ωαπόθεση το σαλιγκάρι αυξάνει το βάρος του.

Χαρακτηριστικό του γνώρισμα πριν την ωαπόθεση είναι ότι όταν βρίσκεται σε ακινησία, το σώμα του προεξέχει από το περιστόμιο, καθώς λόγω του ότι είναι φουσκωμένο εξαιτίας της αύξησης του βάρους του, δεν καλύπτεται τελείως από το κέλυφος. Ο χρόνος που παρεμβάλλεται μεταξύ του ζευγαρώματος και της ωαπόθεσης ποικίλλει. Η διάρκεια της ωαπόθεσης εξαρτάται από τον αριθμό των αυγών που αποθέτουν. Συνήθως, όμως, χρειάζονται 15-24 ώρες. Τα αυγά είναι λευκά, σφαιρικά και ζελατινώδη. Η επώαση/εκκόλαψη των αυγών, εξαρτάται από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, αλλά και από το είδος του σαλιγκαριού. Ο χρόνος αυτός (σε σταθερές συνθήκες περιβάλλοντος - θερμοκρασία 25°C), συνήθως είναι 10 - 15 ημέρες και ο αριθμός των αυγών, όσον αφορά το *H. aspersa*, κυμαίνεται από 40 έως 200 (Runham 1975). Ο ρυθμός αύξησής τους, καθώς και ο χρόνος ωρίμανσης του γεννητικού τους συστήματος εξαρτώνται: από τις κλιματικές συνθήκες (θερμοκρασία – υγρασία), την πυκνότητά τους στο φυσικό βιότοπο όπου ζουν, τη διατροφή τους (ποσότητα, ποιότητα τροφής), την ποιότητα του εδάφους και τον φωτοπεριοδισμό.

Στην Ελλάδα τα σαλιγκάρια εμφανίζουν τον πιο γρήγορο ρυθμό αύξησης την άνοιξη, όταν επικρατούν ευνοϊκές συνθήκες γι' αυτά όπως και το φθινόπωρο και γενικά η αύξησή τους σταματά κατά την διάρκεια του χειμώνα και του καλοκαιριού. Ο ρυθμός αύξησης που εμφανίζει ένα σαλιγκάρι, εξαρτάται από την ηλικία του, η οποία διακρίνεται σε τέσσερις φάσεις: των νεοεκκολαπτόμενων, των ανήλικων, των παχυνόμενων και των ενήλικων ατόμων (Bonnet et al 1990)

Τα περισσότερα χερσαία γαστερόποδα απαιτούν περιβάλλον με μεγάλη υγρασία. Το 99% της δραστηριότητας των σαλιγκαριών, συμπεριλαμβανόμενης και της τροφοληψίας εμφανίζεται κατά τη διάρκεια της νύχτας (Elmslie 1989). Την ημέρα είναι δραστήρια μόνο μετά από βροχή ή πότισμα. Σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας

και χαμηλής ατμοσφαιρικής υγρασίας, σφραγίζουν το στόμιο του κελύφους με μια μεμβράνη, το επίφραγμα. Η κατάσταση αυτή χαρακτηρίζεται ως διάπαυση (νάρκη). Στη φάση αυτή παραμένουν για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς δραστηριότητα και μπορεί να επιβιώσουν έτσι για αρκετούς μήνες. Οι πληθυσμοί που επιβιώνουν σε ψυχρές κλιματικές ζώνες, εμφανίζουν χειμερία νάρκη (Iglesias *et al.* 1996).

1.3. Μέθοδοι εκτροφής σαλιγκαριών στην Ελλάδα

Η εκτροφή σαλιγκαριών (*Heliciculture, Snail farming*) είναι μία σχετικά νέα δραστηριότητα στην Ελλάδα για την οποία δεν υπάρχει εξειδικευμένο θεσμικό πλαίσιο αλλά εφαρμόζεται αυτό που ισχύει γενικά για την κτηνοτροφία, την ενίσχυση της παραγωγής, την διαφύλαξη των φυσικών αποθεμάτων και την προστασία της υγείας του πληθυσμού.

Ως αναπτυξιακή δραστηριότητα στην Ελλάδα, η σαλιγκαροτροφία αποτελεί εναλλακτική πηγή εισοδήματος ακόμη και σε περιοχές με χαμηλή παραγωγικότητα (Hatziiioannou *et al.*, 2008; Hatziiioannou *et al.*, 2014). Στην Ελλάδα, σύμφωνα με στοιχεία του Κέντρου Διεθνούς Εμπορίου (INTERNATIONAL TRADE CENTRE UNCTAD/WT) για τα έτη 1990, 1991 και 1992, οι εξαγωγές σαλιγκαριών στην Ελλάδα ήταν 297 τόνοι, 255 τόνοι και 293 τόνοι, αντίστοιχα. Από το 1981 έως το 2004, διακρίνονται τρεις διαφορετικές περίοδοι σχετικά με την προέλευση των εισαγόμενων σαλιγκαριών,. Την πρώτη περίοδο (1981 – 1987), ο κυριότερος προμηθευτής σαλιγκαριών ήταν η Γιουγκοσλαβία. Την δεύτερη περίοδο (1987 – 1991) τη θέση του σημαντικότερου προμηθευτή κατέχει η Ουγγαρία, ενώ είναι αξιοσημείωτο ότι οι εισαγόμενες ποσότητες από την Γιουγκοσλαβία μετά το 1988 μηδενίζονται. Την Τρίτη περίοδο, από το 1993 και μετά, οι εισαγόμενες ποσότητες σαλιγκαριών μειώνονται, ενώ ταυτόχρονα αυξάνεται ο αριθμός των χωρών από τις οποίες εισάγονται. Η Ελλάδα από το 1995 έως και το 2006 παρουσιάζει μια αξιοσημείωτη προσφορά σαλιγκαριών

στην αγορά της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με εξαγωγήμη ποσότητα να φτάνει τους 693,88 τόνους .

Σύμφωνα με τα τελευταία διαθέσιμα στοιχεία του Ελληνικού Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (Anonymus, 2012) στην Ελλάδα, λειτουργούσαν 131 εκτροφεία σαλιγκαριών, καταλαμβάνοντας 578.000 m². Από αυτά, 75 (57%) ήταν ανοιχτής εκτροφής και συνολικά καταλαμβάνουν εμβαδόν 482.000 m². Στην ίδια μελέτη αναφέρονται 56 (43%) είναι εντατικής εκτροφής (διχτυοκήπια), που καταλαμβάνουν έκταση 93.000 m².

Σε γενικές γραμμές, τα συστήματα εκτροφής σαλιγκαριών στην Ευρώπη ταξινομήθηκαν κυρίως σε δύο μεγάλες κατηγορίες λόγω των εγκαταστάσεων κάθε εκμετάλλευσης: την ανοικτή εκτροφή και τα διχτυοκήπια. (Daguzan et al., 1985; Bonnet et al., 1990; Dupont-Nivet et al., 2000; Hatzioannou et al., 2014; Forte et al., 2016; Apostolou et al., 2016).

Το σύστημα ανοιχτής εκτροφής, περιγράφεται ως εκτατικό όπου πραγματοποιούνται αναπαραγωγή και πάχυνση σε εξωτερικούς χώρους (Forte et al., 2016). Για την διατροφή των γαστερόποδων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε φυτά είτε σιτηρέσιο ή συνδυασμός και των δύο (Chevalier et al., 2001). Περιμετρικά του χώρου όπου βρίσκονται τα σαλιγκάρια υπάρχει δίχτυ, το οποίο χωρίζει τις περιοχές και τους προστατεύει από τους θηρευτές. Εντός, υπάρχουν καλλιεργούμενα φυτά για διατροφή ή και προστασία, ενώ επίσης τοποθετούνται κατάλληλα ξύλινα καταφύγια. Η απαιτούμενη υγρασία επιτυγχάνεται με ψεκασμό νερού. Αυτός ο τύπος είναι ο παλαιότερος, επομένως είναι πολύ πιο εύκολο να εξαπλωθεί. Η μέθοδος παρουσιάζει πλεονεκτήματα, όπως καλή ποιότητα προϊόντος, σχετικά μικρό ύψος επένδυσης και χαμηλό κόστος παραγωγής, αλλά και μειονεκτήματα, όπως οι μη ελεγχόμενες

συνθήκες παραγωγής και η μικρότερη παραγωγικότητα (Χατζηιωάννου και Στάικου, 2015; Forte et al., 2016).

Η εκτροφή μικτού τύπου, όπου η αναπαραγωγή πραγματοποιείται σε ελεγχόμενες συνθήκες (κτίρια, θάλαμοι, θερμοκήπια) και η πάχυνση σε διχτυοκήπια ή εξωτερικά πάρκα είναι ένα εντατικό σύστημα. Το διχτυοκήπιο αποτελεί έναν τύπο τροποποιημένου τοξωτού θερμοκηπίου. Είναι κατασκευασμένο από χαλύβδινο σκελετό και καλύπτεται με δίχτυ σκίασης. Περιφερειακά υπάρχει κάλυψη (λαμαρίνα), η οποία εμποδίζει την είσοδο τρωκτικών και ερπετών. Η συντήρηση της απαιτούμενης υγρασίας επιτυγχάνεται με ένα σύστημα ψεκασμού νερού υψηλής ή χαμηλής πίεσης. Η ύπαρξη φυτών δεν είναι υποχρεωτική αλλά υπάρχουν κατάλληλα καταφύγια. Τοποθετούνται ανάμεσα στα φυτά και χρησιμεύουν για την προστασία των σαλιγκαριών από την ηλιοφάνεια (σκίαστρα), για τη διατήρηση της υγρασίας και για την παροχή επιπλέον επιφάνειας για την προσκόλληση των σαλιγκαριών, όταν δεν είναι δραστήρια (Χατζηιωάννου και Στάικου, 2015). Στα εκτροφεία κλειστού τύπου, ο πληθυσμός των σαλιγκαριών είναι προστατευμένος από θηρευτές και η παραγωγή είναι σε υψηλότερα επίπεδα από τα εκτροφεία ανοικτού τύπου, καθώς έχει μικρότερη εξάρτηση από αστάθμητους παράγοντες (Daguzan, 1985; Dupont – Nivet et al., 2000; Hatzioannou et al., 2014; Χατζηιωάννου και Στάικου, 2015; Apostolou et al., 2016).

Για την διατροφή των σαλιγκαριών, παρέχονται συνήθως αποξηραμένα σιτηρέσια. Οι διατροφικές απαιτήσεις των χερσαίων σαλιγκαριών, και κυρίως οι απαιτήσεις τους σε πρωτεΐνες, λίπη, υδατάνθρακες, βιταμίνες ή μέταλλα, είναι ελάχιστα γνωστές. Από τα αποτελέσματα των λίγων ερευνών που έχουν γίνει έως τώρα έχει βρεθεί ότι οι υδατάνθρακες, μερικά αμινοξέα, λιπαρά οξέα, άλατα, βιταμίνες Α, Β και D και ασβέστιο αποτελούν σημαντικά συστατικά της διαίτας των σαλιγκαριών. Τα χερσαία σαλιγκάρια στη φύση τρέφονται με μια ποικιλία οργανικών υλικών, όπως

τιμήματα φυτών (τρυφεροί βλαστοί, σπέρματα, φύλλα), φυτικό υλικό σε αποσύνθεση, μύκητες, ακόμα και νεκρά ζώα. Τα σαλιγκάρια αποφεύγουν γενικά να καταναλώνουν σκληρά τιμήματα των φυτών (σπόρους, σκληρούς βλαστούς) ή φυτά με ιδιαίτερα σκληρούς ιστούς, όπως είναι πολλά ποώδη φυτά. Αντίθετα, προτιμούν φυτά με μαλακά φύλλα, όπως είναι οι τσουκνίδες, τα βρύα ή φύλλα σε αποσύνθεση. Επίσης, συχνά καταναλώνουν κόπρανα άλλων ζώων και χώμα. Η σημασία του χώματος και των απεκκριμάτων στη διατροφή των σαλιγκαριών δεν είναι πλήρως κατανοητή, αν και έχει συνδεθεί με την πρόσληψη βακτηρίων. Από πολλούς ερευνητές θεωρείται ότι η συμβιωτική βακτηριακή χλωρίδα τού εντέρου των σαλιγκαριών προέρχεται από την τροφή τους και κυρίως από το χώμα και από κόπρανα (Χατζηγιάννου και Σταϊκού, 2015; Θεοδώρου 2018).

Η ετήσια διαδικασία εκτροφής σαλιγκαριών περιλαμβάνει: στάδιο αναπαραγωγής των ενήλικων σαλιγκαριών, στάδιο επώασης και εκκόλαψης των αυγών και πάχυνση του γόνου. Αφού ολοκληρωθεί η πάχυνση, συλλέγονται τα σαλιγκάρια. Η διάρκεια του κύκλου παραγωγής στην εκτροφή σαλιγκαριών εξαρτάται από τον βιολογικό κύκλο των εκτρεφόμενων ειδών και τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής της εκμετάλλευσης (Daguzan et al., 1985; Staïkou et al., 1989; Bonnet et al., 1990, Dupont-Nivet et al., 2000; Gogas et al., 2003; Hatzioannou et al., 2014; Ligaszewski et al., 2014, Forte et al., 2016). Σε περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες τους καλοκαιρινούς μήνες τα σαλιγκάρια πέφτουν σε νάρκη, αλλά οι ευνοϊκές συνθήκες κατά την διάρκεια του φθινοπώρου ή και του χειμώνα επιτρέπουν έναν μεγαλύτερο χρονικά κύκλο εκτροφής. Ακόμα, κάποια είδη εκτρεφόμενων σαλιγκαριών (*Cornu aspersum*), είναι περισσότερο ευαίσθητα στις κλιματολογικές συνθήκες και πέφτουν γρηγορότερα σε νάρκη ή εμφανίζουν υψηλότερα ποσοστά θνησιμότητας σε σχέση με

άλλα (*Cornu aspersum maximum*). Τέλος, σαλιγκάρια του είδους *Helix lucorum* και *Helix pomatia* είναι περισσότερο ανθεκτικά σε χαμηλές θερμοκρασίες.

1.4. Κλιματικές συνθήκες

Οι κλιματικές διακυμάνσεις σε ξηρότητα και θερμοκρασία επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τα χερσαία σαλιγκάρια στη Μεσόγειο. Οι μεγάλες περιόδους ξηρασίας σε συνδυασμό με τις υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν κατά τους καλοκαιρινούς μήνες αποτελούν σημαντικό παράγοντα καταπόνησης για τα γαστερόποδα. Αυτές οι κλιματολογικές παράμετροι μπορούν να διαμορφώσουν τους κύκλους δραστηριότητάς τους και τις μεταβολικές αποκρίσεις (Bailey et al., 1986; Staikou et al., 2016). Οι περιβαλλοντικές μεταβλητές και άλλοι φυσικοί παράγοντες είναι εποχικές στην Ελλάδα και ως εκ τούτου, τα γαστερόποδα εμφανίζουν αναμενόμενες ταλαντώσεις στη δραστηριότητά τους. Επιπλέον, οι γεωγραφικά απομακρυσμένοι πληθυσμοί σαλιγκαριών μπορούν να υιοθετήσουν διακριτικά πρότυπα κύκλου ζωής λόγω της προσαρμογής στις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες (Staikou et al., 1991; Lazaridou-Dimitriadou et al., 2005). Ακόμα, περιβαλλοντικοί παράγοντες που ελέγχουν την αδρανοποίηση των σαλιγκαριών και την διέγερση όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και η φωτοπερίοδος, διαφέρουν λόγω γεωγραφικής και κλιματικής διακύμανσης (Lazaridou-Dimitriadou et al., 1986; Staikou et al., 1988; Staikou et al., 2016; Staikou et al., 2019) και μπορεί να επηρεάσουν την παραγωγικότητα του σαλιγκαριού.

Η Ελλάδα, ανήκει στην εύκρατη ηπειρωτική κλιματική ζώνη του βορείου ημισφαιρίου. Λόγω της ιδιαίτερης γεωγραφικής της θέσης στη Μεσόγειο και του πλούσιου ανάγλυφου της, χαρακτηρίζεται από διάφορες κλιματικές ζώνες. Το κλίμα της Ελλάδος είναι το τυπικό μεσογειακό: ήπιοι και βροχεροί χειμώνες, σχετικά θερμά και ξηρά καλοκαίρια και εκτεταμένες περιόδους ηλιοφάνειας κατά τη μεγαλύτερη περίοδο του έτους (EMY 2019). Λεπτομερέστερα στις διάφορες περιοχές της Ελλάδας

παρουσιάζεται μια μεγάλη ποικιλία κλιματικών τύπων, πάντα βέβαια μέσα στα πλαίσια του Μεσογειακού κλίματος. Αυτό οφείλεται στην τοπογραφική διαμόρφωση της χώρας που έχει μεγάλες διαφορές υψομέτρου (υπάρχουν μεγάλες οροσειρές κατά μήκος της κεντρικής χώρας και άλλοι ορεινοί όγκοι) και εναλλαγή ξηράς και θάλασσας (Φλόκας, 1994). Έτσι από το ξηρό κλίμα της Αττικής και της Ανατολικής Ελλάδας μεταπίπτουμε στο υγρό της Βόρειας και Δυτικής Ελλάδας.

1.5. Πειραματική εκτροφή

Οι μελέτες που έχουν γίνει σχετικά με το αντικείμενο της εκτροφής των σαλιγκαριών είναι πολυάριθμες, με παλαιότερη αυτή του Daguzan (1981). Οι περισσότερες εξ αυτών έχουν πραγματοποιηθεί στην Γαλλία. Από το 1985 ο Daguzan ασχολήθηκε με την επίδραση της πυκνότητας σε μια μικτή εκτροφή και μελετώντας την θνησιμότητα και την αύξηση των σαλιγκαριών του είδους *Helix aspersa*, απέδειξε πως μικρότερος αριθμός ζώων δίνει καλύτερα αποτελέσματα. Σε αντίστοιχο συμπέρασμα οδηγήθηκαν και οι Dupont – Nivet et al. (2000), πραγματοποιώντας πειράματα με πολύ μικρότερο αριθμό σαλιγκαριών. Παρατήρησαν ότι, σε χαμηλές πειραματικές πυκνότητες (250 ζώα/m²), τα σαλιγκάρια παρουσίασαν υψηλότερη κατανάλωση τροφής, είχαν μεγαλύτερο τελικό βάρος και τα περισσότερα από αυτά ενηλικιώθηκαν. Όσον αφορά την πάχυνση σε εξωτερικούς χώρους σε μικτές εκτροφές (αναπαραγωγή υπό ελεγχόμενες συνθήκες και ανάπτυξη σε εξωτερικά πάρκα), ο Daguzan (1992) διαπίστωσε ότι η βιομάζα των 50g/m² σαλιγκαριών του είδους *Helix aspersa* ηλικίας τριών (3) εβδομάδων έως ένα (1) μήνα φαίνεται να είναι η βέλτιστη. Σε διάρκεια πέντε (5) μηνών, αποκτήθηκε παραγωγή περίπου 3 kg/m² ενώ περίπου το 89% των σαλιγκαριών απέκτησαν εμπορεύσιμο μέγεθος (μέσο βάρος 10,3gr). Επιπλέον, οι Gonzalez et al. (2009), παρατήρησαν ενήλικα σαλιγκάρια του είδους *Helix aspersa* σε τρεις (3) πυκνότητες σε ανοιχτού τύπου εκτροφή, προκειμένου να εξάγουν

συμπεράσματα σχετικά με την χωρική κατανομή και τα πρότυπα συμπεριφοράς τους κατά τη διάρκεια του σταδίου πάχυνσης όπου διαπίστωσαν ότι εάν χρησιμοποιούνται πυκνότητες μικρότερες από 200 σαλιγκάρια ανά m² όπως συμβαίνει συνήθως σε ανοιχτές εκτροφές, τα σαλιγκάρια θα χρησιμοποιήσουν τον διαθέσιμο χώρο εκφράζοντας παρόμοια πρότυπα συμπεριφοράς και πραγματοποιώντας λίγες προσπάθειες διαφυγής.

Πρόσφατα, έχει γίνει αποτίμηση του αποτυπώματος άνθρακα (CF) σε μεσογειακή, ημι-εντατική εκμετάλλευση σαλιγκαριών (Forte et al. 2016) καθώς και σε διχτυοκήπιο και σε ανοιχτή εκτροφή στην Ελλάδα (Δοξαριώτη 2018).

Επιπλέον οι συνθήκες αβιοτικών παραμέτρων που επηρεάζουν την αύξηση και την θνησιμότητα των σαλιγκαριών διερευνήθηκαν και σε εργαστηριακές συνθήκες. Οι Vaufleury et al. (2009) απέδειξαν ότι νεοεκκολαπτόμενα σαλιγκάρια του είδους *Helix aperta*, αυξάνονται γρηγορότερα σε μικρή διάρκεια ημέρας (8/16 L/D). Αντίθετα οι Jess & Marks (1998) παρατήρησαν πως η πάχυνση των σαλιγκαριών του είδους *Helix aspersa maxima* παρουσίασε τα καλύτερα αποτελέσματα σε συνδυασμό θερμοκρασίας 20°C και φωτοπερίοδο 16/8 L/D. Ο Dahirel (2014) απέδειξε πως ποσοστό υγρασίας μεγαλύτερο του 90% μπορεί να αυξήσει την θνησιμότητα των σαλιγκαριών του είδους *Cornu aspersum* έως και 20 φορές. Σε άλλες εργαστηριακές έρευνες έχει γίνει προσπάθεια να βρεθούν οι βέλτιστες συνθήκες για την επιβίωση και την ανάπτυξη, των σαλιγκαριών (Garcia, 2006). Μεταξύ άλλων, υπάρχουν δεδομένα σχετικά με την μελέτη του ειδών του γένους *Achatina* στην Νιγηρία (Ogbu et al., 2011; Chah et al., 2012), το οποίο δεν εκτρέφεται στην χώρα μας. Από τα παραπάνω γίνεται κατανοητή η μικρή έκταση των ερευνών που διεξήχθησαν σε μονάδες εκτροφής. Επιπλέον, τα περισσότερα από αυτά αναφέρονται στην διατροφή των ζώων (Chevalier et al., 2001; Milisnisk et al., 2006) και την αύξησή τους (Toader et al., 2010).

Στην Ελλάδα η πλειονότητα της έρευνας σχετικά με την παραγωγή σαλιγκαριών πραγματοποιήθηκε σε εργαστηριακές συνθήκες (Staikou and Lazaridou, 1989a; Staikou and Lazaridou, 1989b; Lazaridou-Dimitriadou et al., 1998), ενώ μόνο ένας μικρός αριθμός, έλαβε χώρα σε εκτροφεία (Δεσποτοπούλου, 2007; Apostolou et al., 2016). Διερευνήθηκε κυρίως η επίδραση της πυκνότητας στην αύξηση, στο τελικό βάρος και στην θνησιμότητα των σαλιγκαριών.

Είναι δεδομένο πως στην Ελλάδα δεν υπάρχουν σχετικά αποτελέσματα σε εκτροφεία με σύγκριση παραγωγικών χαρακτηριστικών στην ίδια περιοχή σε διαφορετικό τύπο εκτροφής, εντείνοντας την ανάγκη για περαιτέρω μελέτη.

1.6. Ταξινόμηση συστημάτων εκτροφής στην ζωική παραγωγή

Υπάρχουν πολλές μελέτες που αφορούν την ταξινόμηση και την τυπολογία στα ευρέως διαδεδομένα συστήματα εκτροφής. Η επιστημονική ανάλυση αυτών των συστημάτων πέτυχε σημαντική βελτίωση στον εντοπισμό των συνθηκών που επικρατούν εντός των εκμεταλλεύσεων. Στην Ελλάδα, για παράδειγμα, ενισχύθηκε η γαλακτοκομική παραγωγή, η οποία καλύπτει το 19,2% της συνολικής ζωικής παραγωγής, λόγω καλύτερης διαβίωσης και υγιεινής των ζώων στα εκτροφεία και μεγαλύτερη απόδοση γάλακτος (Abas et al., 2013). Αυτά τα συστήματα, των οποίων η σημασία αναμένεται να αυξηθεί στο μέλλον, χαρακτηρίζονται από σημαντικές επενδύσεις κεφαλαίου και η αποδοτικότητά τους εξαρτάται από την υψηλή παραγωγικότητα των προβατινών (Zygoiannis, 2006). Ομοίως, οι Γαλανόπουλος και συν. (2006), όταν μελέτησαν τα συστήματα παραγωγής χοιρινού κρέατος στην Ελλάδα, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι αυτά είχαν ήδη εξελιχθεί, από μια οικογενειακή επιχείρηση, σε έναν εκβιομηχανισμένο, εσωτερικό τύπο εκτροφής.

Λόγω των αυξανόμενων περιβαλλοντικών επιπτώσεων της ζωικής παραγωγής, απαιτείται να γίνουν θεμελιώδεις αλλαγές στη ζήτηση προϊόντων κρέατος και στον τρόπο με τον οποίο τα εναλλακτικά συστήματα παραγωγής μπορούν να ανταποκριθούν σε αυτή. Τα εκτρεφόμενα σαλιγκάρια μπορεί να αποτελέσουν μια βιώσιμη περιβαλλοντικά εναλλακτική λύση (Forte et al., 2016). Μια σύγκριση με τις πιο συνηθισμένες εκτροφές (βοοειδή, χοίροι και πουλερικά) ανέδειξε ότι η εκτροφή σαλιγκαριών παρουσιάζει ουσιαστική μείωση των επιπτώσεων σε όλες σχεδόν τις κατηγορίες (Zucaro et al., 2016). Ωστόσο, μέχρι σήμερα δεν έχει διεξαχθεί σχετική έρευνα για τις πρακτικές της εκτροφής σαλιγκαριών.

1.7. Παράσιτα των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών

Ευζωία (welfare) είναι ο τρόπος με τον οποίον ένα ζώο ανταπεξέρχεται στις συνθήκες στις οποίες ζει και το πώς αισθάνεται ζώντας κάτω από αυτές. Οι συνθήκες ευζωίας είναι καλές όταν τα ζώα είναι: υγιή, αισθάνονται ασφάλεια και άνεση στο περιβάλλον που διαβιούν, διατρέφονται καλά, έχουν τη δυνατότητα να εκφράζουν την έμφυτη – εγγενή συμπεριφορά τους και δεν υποφέρουν από δυσάρεστες καταστάσεις όπως φόβο, πόνο, stress. Η ευζωία απαιτεί: πρόληψη ασθενειών, κτηνιατρική περίθαλψη, κατάλληλη στέγαση και διαχείριση, ισόρροπη διατροφή, “ανθρώπινη μεταχείριση” από τη γέννηση έως τη σφαγή των ζώων.

Πολλές μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί όσον αφορά τους κινδύνους που αντιμετωπίζουν τα χερσαία γαστερόποδα από παράσιτα, εχθρούς και θηρευτές (Barker, 2004). Τα παράσιτα αποτελούν κίνδυνο για μια εκμετάλλευση σαλιγκαριών, καθώς μπορούν να εξαπλωθούν στον πληθυσμό τους, ιδίως όταν αυτός είναι πυκνός.

Ο έντονος συνωστισμός των εκτρεφόμενων ζώων, και οι μη ελεγχόμενες συνθήκες παραγωγής αποτελούν τους κυριότερους παράγοντες μετάδοσης παθογόνων

μικροοργανισμών συμπεριλαμβανόμενων και των παρασίτων. Οι παρασιτώσεις προκαλούν σημαντικές οικονομικές απώλειες που οφείλονται κυρίως στη μείωση της παραγωγής ζωικών προϊόντων, στην υποβάθμιση του ζωικού κεφαλαίου αλλά και στη δημιουργία προβλημάτων στα παραγόμενα προϊόντα με την παρουσία σε αυτά αντιπαρασιτικών ουσιών. Συχνά τα σαλιγκάρια αποτελούν τους ενδιάμεσους ξενιστές νοσημάτων των ζώων αλλά και του ανθρώπου απειλώντας τη Δημόσια Υγεία.

Πίνακας 1.1: Σημαντικότερα και πιο μελετημένα παράσιτα σε σαλιγκάρια.

Όνομασία (οικ.) Ereyneidae	Ξενιστής <i>Achatina fulica</i>	Πηγή Barker (2004)
<i>Riccardoella limacum</i>	<i>Achatina fulica</i> , <i>Helix pomatia</i> , <i>Cantareus aspersus</i> , <i>Arianta arbustorum</i>	Barker (1978), Fain (1986), Schupbach (2010), Segade (2012), Haeussler (2012, 2014)
<i>Riccardoella oudemansi</i>	<i>Helix pomatia</i>	Barker (1945)
<i>Brachylaima aspersae</i>	<i>Cornu aspersum</i> , <i>Cornu aspersum maximum</i>	Cribb (1990), Segade (2010,2012), Gallego (2015)
<i>Phasmarhabditis hermaphrodita</i>	<i>Achatina fulica</i> , <i>Helix pomatia</i>	Barker, Arias (1963), Howlett (2012), Rae (2014)
<i>Aelurostrongylus abstrusus</i>	<i>Achatina fulica</i>	Acuna (2008), Thiengo (2007)
<i>Angiostrongylus costaricensis</i>	<i>Achatina fulica</i>	Acuna (2008)
<i>Angiostrongylus cantonensis</i>	<i>Achatina fulica</i>	Acuna (2008), Vitta (2011), Vinicius – Menezes (2014)
<i>Alloionema appendiculatum</i>	<i>Cornu aspersum</i>	Arias (1963), Cabaret (1988), Morand (1989), Segade (2012), Hatzioannou (2016)
<i>Angiostoma aspersae</i>	<i>Cornu aspersum</i> ή <i>Cantareus aspersus</i>	Morand (1986), Hatzioannou (2016)
<i>Nemhelix bakery</i>	<i>Cornu aspersum</i> ή <i>Cantareus aspersus</i>	Morand (1994), Hatzioannou (2016)
<i>Cephalobus sp.</i>	<i>Cernuella virgata</i> , <i>Theba pisana</i>	Charwat (1999)
<i>Panagrolaimus sp</i>	<i>Cernuella virgata</i> , <i>Theba pisana</i>	Charwat (1999)
<i>Muellerius capillaris</i>	<i>Theba pisana</i> , <i>Eobania vermicullata</i> , <i>Cernuella arigonis</i>	Cabaret (1987, 1988), Lahmar (1990), Campillo (1993)

Το πιο γνωστό και μελετημένο παράσιτο των σαλιγκαριών είναι το ακάρι του είδους *Riccardoella limacum* (Schupbach, 2010; Haeussler, 2012) καθώς και τα νηματώδη παράσιτα του είδους *Alloionema appendiculatum* (Segade et al., 2013).

Νηματώδη από οκτώ διαφορετικές οικογένειες είναι γνωστό ότι έχουν χερσαία γαστερόποδα ως κύριους ξενιστές (Πίνακας 1.1). Ο κύκλος ζωής τους, τα είδη ξενιστών και οι προσαρμογές τους είναι ποικίλα (Morand et al., 2004). Δεν είναι ασυνήθιστο να βρίσκονται στα γαστερόποδα και υπάρχουν ολοένα και περισσότερες ενδείξεις ότι αυτά τα νηματώδη μπορεί να είναι σημαντικά στη φυσική ρύθμιση της δυναμικής του πληθυσμού τους. Το *Phasmarhabditis hermaphrodita* (*Rhabditidae*), έχει αναπτυχθεί ως παράγοντας βιολογικού ελέγχου για τα επιβλαβή σαλιγκάρια των καλλιεργείων τα τελευταία χρόνια (Morand et al., 2004). Το νηματώδες παράσιτο *Muellerius capillaris*, είναι ιδιαίτερα σημαντικό και προκαλεί σημαντικά προβλήματα στην εκτροφή των αιγοπροβάτων, καθώς αποτελεί το πιο κοινό παράσιτο των πνευμόνων στις αίγες (Suarez et., 2014). Ο επιπολασμός του *M. capillaris* εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως: τις κλιματολογικές συνθήκες, τον ενδιάμεσο ξενιστή, την διαχείριση των εκμεταλλεύσεων και την ανοσία των ίδιων των ζώων (Adem, 2016). Σε φυσικούς πληθυσμούς χερσαίων σαλιγκαριών των ειδών *Theba pisana*, *Eobania vermicullata*, *Cernuella arigonis* (Πίνακας 1.1), έχει μελετηθεί από τους Cabaret (1987, 1988), Lahmar (1990) και Campillo (1993). Νηματώδη παράσιτα του γένους *Angiostrongylus* χρησιμοποιούν τα σαλιγκάρια του είδους *Achatina fulica* ως ξενιστές του (Morera and Céspedes, 1971). Επιπλέον, προνύμφες του είδους *Aelurostrongylus abstrusus*, ένα παράσιτο του πνεύμονα σκύλων και γατών, βρίσκονται στο *A. fulica* το οποίο χρησιμοποιείται ως ενδιάμεσος ξενιστής. Σύμφωνα με έρευνες του CDC (Κέντρο Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων, Division of Parasitic Diseases and Malaria) το νηματώδες *Angiostrongylus cantonensis*, μπορεί να προκαλέσει στον άνθρωπο

ηωσινοφιλική μηνιγγίτιδα (Rey, 2008). Επιπλέον είναι η αιτία της κοιλιακής ή εντερικής αγγειοσυγκόλλησης, η οποία μιμείται την σκωληκοειδίτιδα. Τα συμπτώματα περιλαμβάνουν πονοκεφάλους, ναυτία, έμετο, δυσκαμψία του αυχένα, επιληπτικές κρίσεις και νευρολογικές διαταραχές.

Υπάρχουν είδη Τρηματώδων (Πλατυέλμινθες) που παρασιτούν στα χερσαία σαλιγκάρια (Gallego et al., 2015), τα οποία προκαλούν πολύ σοβαρές λοιμώξεις στον τελικό ξενιστή (άνθρωπος, άγρια ή εκτρεφόμενα θηλαστικά). Το τρηματώδες *Dicrocoelium dendriticum* είναι από τα πιο κοινά παράσιτα των φυτοφάγων ζώων. Σε χρόνιες λοιμώξεις, αυτό το παράσιτο προκαλεί κίρρωση της χολής στο ήπαρ βοοειδών, προβάτων ή αιγών και οδηγεί σε οικονομικές απώλειες (Ahmadi et al., 2010). Μάλιστα, λόγω του υψηλού επιπολασμού των παρασίτων, οι μολύνσεις με γαστρεντερικούς νηματώδεις είναι μείζονος οικονομικής σημασίας στην εκτροφή αιγών (Rinaldi et al., 2007). Στον άνθρωπο, προκαλεί κυρίως ελαφριές και ασυμπτωματικές λοιμώξεις. Ωστόσο, σε βαρύτερες λοιμώξεις έχουν καταγραφεί σοβαρά συμπτώματα όπως η χολοκυστίτιδα, τα ηπατικά αποστήματα και το άνω κοιλιακό άλγος (CDC <https://www.cdc.gov/dpdx/dicrocoeliasis/>).

Ο Cabaret (1988) στη Γαλλία, διαπίστωσε ότι η επίδραση των νηματώδων παρασίτων στις σαλιγκαροτροφικές εκμεταλλεύσεις μπορεί να είναι σημαντική, όταν οι κανόνες υγιεινής δεν πληρούνται. Προηγούμενες έρευνες ανέφεραν την παρουσία ποικίλων παρασίτων (Νηματώδεις, Πλατυέλμινθες και ακάρεια) που μολύνουν τα γαστερόποδα υπό συνθήκες εκτροφής (Morand and Daguzan 1986, Cabaret et al., 1988, Segade et al., 2009). Αυτά τα παράσιτα αποτελούν κίνδυνο για μια εκμετάλλευση σαλιγκαριών, καθώς μπορούν να εξαπλωθούν στον εκτρεφόμενο πληθυσμό, ειδικά όταν είναι σε μεγάλη πυκνότητα ή σε αναπαραγωγικό στρες (Segade et al., 2011). Οι παλαιότερες εργασίες που αφορούν το παρασιτικό φορτίο, (Cabaret, 1987; Charwat et

al., 1999), ασχολούνται με δύο είδη ζώων (*Theba pisana*, *Cernuella virgata*), τα οποία προέρχονταν από την φύση (άγρια), ενώ οι περιοχές από τις οποίες ελήφθησαν διαφέρουν πολύ κλιματικά από την χώρα μας (Μαρόκο – Αυστραλία). Ωστόσο η πιο σημαντική διαφοροποίηση έγκειται στο είδος των σαλιγκαριών το οποίο μελετήθηκε στις μεταγενέστερες έρευνες. Σε τρεις νέες βιβλιογραφικές αναφορές (Franco – Acuna et al., 2009; Thiengo et al., 2010; Valente et al., 2017), παρουσιάζονται μελέτες που έγιναν σε άγρια ζώα του είδους *Achatina fulica* στην Νότια Αμερική, οι οποίες αναφέρονται στην παρουσία νηματωδών. Αντίστοιχη έρευνα έγινε και στην Νοτιοανατολική Ασία (Rodrai et al., 2016) ενώ σε πειραματικές συνθήκες έγιναν στην Βραζιλία (Tunholi – Alves, 2015), στην Ταϊλάνδη (Vitta, 2011) και στην Αγγλία (Williams, 2015).

Σε μονάδες εκτροφής του είδους *Cornu aspersum* στην Ισπανία, μελετήθηκε ο τρηματώδης *Brachylaima sp.* και ταυτοποιήθηκαν τέσσερα είδη παρασίτων (Segade et al., 2011; Gallego et al., 2015). Ακόμα στην Τενερίφη συλλέχθηκαν άγρια σαλιγκάρια των ειδών *Cornu aspersum* και *Theba pisana* για να μελετηθεί ο νηματώδης *Angiostrongylus cantonensis* (Martin – Alonso et al., 2015). Τέλος, όσον αφορά την έρευνα των νηματωδών, οι Scheil et al. (2014), μελέτησαν το παράσιτο *Phasmarhabditis hermaphrodita* σε άγρια σαλιγκάρια *Cepaea hortensis* και *Cernuella virgata* στην Γερμανία. Οι περισσότερες επιστημονικές εργασίες για το νηματώδες *Angiostrongylus cantonensis* ασχολούνται με τους φυσικούς πληθυσμούς άλλων ειδών σαλιγκαριού όπως το *Achatina fulica* (Franco-Acuna et al., 2009, Thiengo et al., 2010, Rodrai et al., 2016). Το συγκεκριμένο είδος χερσαίου γαστερόποδου ζει σε περιοχές, οι κλιματικές συνθήκες των οποίων διαφέρουν πολύ από το κλίμα της Ελλάδας. Τέλος, οι γνώσεις μας σχετικά με το άκαρι του είδους *Riccardoella limacum*, προέρχονται από

έρευνα που διεξήχθη στην Ελβετία (Schupbach, 2010; Haeussler, 2012) σε φυσικούς πληθυσμούς του είδους *Arianta arbustorum*.

1.8. Σκοπός της Διδακτορικής διατριβής

Στόχος της παρούσας διατριβής ήταν μια διεξοδική ανάλυση και ένας λεπτομερής χαρακτηρισμός των εμπορικών εκτροφείων σαλιγκαριών στην Ελλάδα, λαμβάνοντας υπόψη τη μη δομημένη ανάπτυξη του τομέα εκτροφής τα τελευταία χρόνια. Ένας ακόμη στόχος ήταν η αποτελεσματική περιγραφή των συστημάτων εκτροφής σαλιγκαριών στην Ελλάδα και η συγκριτική αξιολόγηση σειράς παραμέτρων (εγκαταστάσεις, συνθήκες, χειρισμός ζωικού κεφαλαίου, διατροφή) με την χρήση δεικτών παραγωγής που δημιουργήσαμε.

Η ταξινόμηση των συστημάτων εκτροφής των σαλιγκαροτροφικών εκμεταλλεύσεων είναι σημαντική για τον προσδιορισμό πτυχών της παραγωγής που απαιτούν βελτίωση. Επιπροσθέτως, ο χαρακτηρισμός των μονάδων εκτροφής σαλιγκαριών στην Ελλάδα θα μπορούσε να βοηθήσει τις χώρες της Νότιας Ευρώπης να βελτιώσουν την σαλιγκαροτροφία.

Η εκτροφή σαλιγκαριών στην Ελλάδα εξακολουθεί να εξελίσσεται, αλλά δεν υπάρχουν επαρκείς γνώσεις για την αύξηση της παραγωγής, κάτι που οδηγεί σε μειωμένη παραγωγή και μεγάλη θνησιμότητα.

Λαμβάνοντας υπόψη την έλλειψη έρευνας σχετικά με την ύπαρξη παρασίτων σε εκτροφεία σαλιγκαριών στην Ελλάδα, ένας ακόμα στόχος της διατριβής ήταν η καταγραφή παρασιτικών ειδών σε εκτρεφόμενα σαλιγκάρια και οι επιπτώσεις στην συνολική παραγωγή. Επιπλέον στόχος ήταν να εκτιμηθεί ο επιπολασμός των παρασίτων στα σαλιγκάρια, ενώ ταυτόχρονα διερευνήθηκαν πιθανοί παράγοντες που

σχετίζονται με το επίπεδο του παρασιτισμού, ενώ αξιολογήθηκε και η ευζωία μέσω δεικτών στα συστήματα εκτροφής.

Τέλος, σκοπός του 3^{ου} μέρους του πειράματος ήταν ο σχεδιασμός στον πειραματικό σταθμό εκτροφής σαλιγκαριών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας πρωτοκόλλων εκτροφής για δύο συστήματα (ανοιχτό και διχτυοκήπιο) που οδηγούν σε ασφαλή και πιστοποιημένα προϊόντα. Στόχο αποτέλεσε και η αξιολόγηση της παραγωγικότητας των δύο αυτών συστημάτων εκτροφής ανά κύκλο παραγωγής, μέσω των παραγωγικών δεικτών που δημιουργήθηκαν στο 1^ο μέρος ης διατριβής, καθώς και η καταγραφή ενδεχόμενων κινδύνων στη διαδικασία της παραγωγής μέσω δεικτών ευζωίας (2^ο μέρος).

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Διερεύνηση της βιωσιμότητας των συστημάτων εκτροφής σαλιγκαριών στην Ελλάδα

2.1.1. Προεργασία έρευνας

Σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (<http://www.minagric.gr/index.php/el/>), το 2013 στην Ελλάδα είχαν δηλωθεί 180 ανοιχτές εκτροφές σαλιγκαριών, και 130 σε διχτυοκήπια. Για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας έγινε σύνταξη καταλόγου εκτροφέων. Οι πηγές στις οποίες βασίστηκε η κατάρτισή του, ήταν το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (<http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/aromfita/ektrofhsaligari>), οι Διευθύνσεις Αγροτικής Οικονομίας και Κτηνιατρικής των Περιφερειών, ο Πανελλήνιος Συνεταιρισμός Σαλιγκαροτρόφων, το αρχείο του εργαστηρίου Σαλιγκαροτροφίας του τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος και τα αρχεία του Τμήματος Βιολογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης και του Ινστιτούτου Κτηνιατρικών Ερευνών του ΕΛΓΟ Δήμητρα.

Η συλλογή αντιπροσωπευτικών στοιχείων σχετικά με τις συνθήκες και τα συστήματα εκτροφής σαλιγκαριών, επέβαλε την επιλογή ικανού δείγματος σαλιγκαροτροφικών εκμεταλλεύσεων. Από τον Μάρτιο έως τον Οκτώβριο του 2016 πραγματοποιήθηκε επικοινωνία και στάλθηκε το ερωτηματολόγιο σε 120 παραγωγούς. Δόθηκε συνολικά σε 120 μονάδες ανά την Ελλάδα. Δεν συμπεριλάβαμε στην έρευνα τα ερωτηματολόγια με ανεπαρκή / ελλιπή δεδομένα και όσα εκτροφεία διέκοψαν την λειτουργία τους πριν την ολοκλήρωση της έρευνας. Βρέθηκαν 61 εκτροφεία που λειτούργησαν την παραγωγική περίοδο του 2015. Από αυτά οι 19 (31,1%), βρίσκονταν στην περιφέρεια Θεσσαλίας, 10 (16,4%) στην περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας, 8 (13,1%) στην Ανατολική Μακεδονία και Θράκη, 6 (9,8%) στην Πελοπόννησο, 5 (8,2%) στην Αττική. Ακόμα υπάρχουν 4 (6,5%) στην περιφέρεια Δυτικής Ελλάδος, 3

(4,5%) στην Κρήτη, 2 (3,3%) στην Ήπειρο, και 2 (3,3%) στο Βόρειο Αιγαίο και συγκεκριμένα στην Λήμνο. Τέλος 1 (1,6%) εκτροφείο ήταν εγκατεστημένο στην περιφέρεια Ιόνιων Νήσων (Κέρκυρα) και 1(1,6%) στην Εύβοια.

2.1.2. Εκτροφεία σαλιγκαριών που συμμετείχαν στην έρευνα

Οι μονάδες εκτροφής σαλιγκαριών που συμμετείχαν στην έρευνα (2017), ελέγχονταν καθόλη την διάρκεια λειτουργίας τους. Συνολικά 45 μονάδες εκτροφής σαλιγκαριών παρακολουθήθηκαν και στο τέλος της παραγωγικής περιόδου είχαν παραγωγή. Τα υπόλοιπα 16 εκτροφεία, είτε έκλεισαν οριστικά, είτε παρέμειναν ανενεργά για την περίοδο αυτή. Ακόμα, υπήρξαν περιπτώσεις κατά τις οποίες παραγωγοί δεν θέλησαν εντέλει να συμμετάσχουν στην έρευνα, αλλά και εκτροφές στις οποίες ήταν αδύνατη η μετάβαση μας λόγω απόστασης. Τελικά, συλλέχθηκαν δεδομένα από 29 εκτροφεία σαλιγκαριών για τα οποία ο εκτροφέας είχε και μας παρείχε πλήρη στοιχεία. Μετά την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου από τον παραγωγό, έγινε δειγματοληψία στην μονάδα εκτροφής, σαλιγκαριών εμπορεύσιμου μεγέθους.

Η επιλογή των εκτροφείων ήταν αναγκαστική λόγω του μικρού αριθμού εκτροφείων, αλλά καταβλήθηκε προσπάθεια να πληρούν τα τρία (3) κριτήρια:

- το σύστημα εκτροφής
- την γεωγραφική θέση
- το εκτρεφόμενο είδος

Οι μονάδες εκτροφής σαλιγκαριών της έρευνας, οι οποίες εκτρέφουν σαλιγκάρια για ανθρώπινη κατανάλωση, ήταν διασκορπισμένες σε επτά περιφέρειες (Κεντρική Μακεδονία, Δυτική Μακεδονία, Θεσσαλία, Θράκη, Δυτική Ελλάδα, Βόρειο Αιγαίο, Αττική) (Πίνακας 2.1) στην ηπειρωτική κυρίως Ελλάδα.

Στον πίνακα 2.1, παρουσιάζεται η περιοχή εγκατάστασης των 29 εκτροφείων που συμμετείχαν στην έρευνα, το υψόμετρο και μια σύνοψη των κλιματικών χαρακτηριστικών της περιοχής. Οι τιμές (μέση θερμοκρασία, ποσότητα βροχής) βρέθηκαν μέσω τοπικών μετεωρολογικών σταθμών (<http://meteosearch.meteo.gr/>) που βρίσκονταν κοντά στα εκτροφεία. Τα δεδομένα που προήλθαν από τους μετεωρολογικούς σταθμούς, επεξεργάστηκαν ώστε να διατηρηθούν μόνο οι μέσοι όροι θερμοκρασίας αέρα και το συνολικό ύψος βροχής κατά την περίοδο λειτουργίας των εκτροφείων το έτος διεξαγωγής της έρευνας (2017).

Πίνακας 2.1: Περιοχές και χαρακτηριστικά τους, όπου βρίσκονται οι μονάδες εκτροφής σαλιγκαριών που συμμετείχαν στην έρευνα.

	Περιοχή	Υψόμετρο (m)	Μέση θερμοκρασία (°C)	Ύψος Βροχής (mm)
1	Θράκη	14	20,14	38,75
2	Θράκη	20	19,63	35,67
3	Κ. Μακεδονία	350	18,71	62,84
4	Κ. Μακεδονία	43	15,85	56,62
5	Κ. Μακεδονία	26	13,42	52,43
6	Κ. Μακεδονία	44	20,54	43,46
7	Κ. Μακεδονία	101	21,23	45,93
8	Κ. Μακεδονία	109	20,93	32,69
9	Κ. Μακεδονία	122	20,05	30,8
10	Κ. Μακεδονία	56	20,05	30,8
11	Κ. Μακεδονία	128	20,13	42,56
12	Κ. Μακεδονία	122	22,87	29,6
13	Κ. Μακεδονία	302	14,81	62,35
14	Δ. Μακεδονία	759	16,45	49,71
15	Δ. Μακεδονία	698	17,37	54,73

16	Δ. Μακεδονία	398	18,04	33,4
17	Δ. Μακεδονία	617	15,31	53,06
18	Δ. Μακεδονία	670	18,53	37,06
19	Δ. Μακεδονία	712	17,66	48,98
20	Θεσσαλία	100	19,83	42,89
21	Θεσσαλία	108	18,46	49,34
22	Θεσσαλία	64	21,41	56,9
23	Θεσσαλία	153	20,76	52,27
24	Θεσσαλία	78	22,87	47,11
25	Θεσσαλία	115	20,15	45,78
26	Δ. Ελλάδα	539	17,41	75,07
27	Δ. Ελλάδα	0	20,78	41,18
28	Αττική	29	20,83	30,06
29	Βόρειο Αιγαίο	50	21	21,8

Η μέση θερμοκρασία αέρα στην περιοχή που είναι εγκατεστημένα τα 29 εκτροφεία της έρευνας ήταν 19,41°C. Η μέγιστη τιμή (μέσος όρος) που παρουσιάστηκε έφτασε τους 22,87°C σε μονάδα στην Θεσσαλία (περιοχή Μικροθηβών), ενώ η ελάχιστη τους 13,42 °C στην Κ. Μακεδονία (περιοχή Σερρών). Αντίστοιχα, για την βροχόπτωση η μέση τιμή του ύψους βροχής ήταν 44,59 mm. Η μεγαλύτερη τιμή έφτασε τα 75,07 mm στην Δυτική Ελλάδα (περιοχή Ιωαννίνων) ενώ η χαμηλότερη μόλις τα 21,8 mm στην Χίο.

2.1.3. Συλλογή Δεδομένων - Ερωτηματολόγιο

Καθώς δεν υπήρχαν στοιχεία για συστηματική κατάταξη των εκμεταλλεύσεων, που περιλαμβάνεται στους σκοπούς αυτής της διατριβής, προτιμήθηκε η μέθοδος του ερωτηματολογίου όπως έχει εφαρμοστεί σε παλαιότερες έρευνες (Galapopoulos 2006, Abas 2013). Η διεξαγωγή της έρευνας απαιτεί τη χρήση λεπτομερών παραγωγικών και τεχνικοοικονομικών δεδομένων που περιγράφουν τη δομή της εκμετάλλευσης. Πρόκειται για τεχνικά χαρακτηριστικά της μονάδας αλλά και δεδομένα σχετικά με τις

πρακτικές διαχείρισης καθώς και όλα τα στάδια της αλυσίδας παραγωγής (διατροφή, μεταχείριση ζώων και εκτροφή). Επιπλέον, συγκεντρώθηκαν οικονομικά στοιχεία τόσο για τις εκροές (παραγόμενα προϊόντα - ποσότητες, τιμές πώλησης κ.λπ.), όσο και για τις εισροές (εργασία, αρχικό κεφάλαιο) για την παραγωγή των προϊόντων προς πώληση (Σιαφάκας 2019). Η σύνταξη του ερωτηματολογίου έγινε με βάση άλλες ανάλογες ερευνητικές εργασίες σε Ελλάδα και εξωτερικό (Millogo et al., 2008; Galanopoulos, 2006; Abas, 2013) και την εμπειρία μας από την συνεργασία με παραγωγούς και το Συνεταιρισμό Σαλιγκαροτρόφων Ελλάδας (<https://snailcoop.eu/>).

Σε πρώιμο στάδιο έγινε δοκιμαστική συνέντευξη σε 3 παραγωγούς που διατηρούσαν στοιχεία (παραγωγικά - οικονομικά) και ήταν πρόθυμοι να συνεργαστούν. Αναπροσαρμόστηκε ώστε να διασφαλίζει την ολοκληρωμένη και πραγματική εικόνα του υπό μελέτη κλάδου στη χώρα μας. Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε για την συλλογή των δεδομένων παρουσιάζεται στο παράρτημα (Πίνακας I). Το ερωτηματολόγιο χωρίζεται σε τέσσερα μέρη:

Στο **πρώτο μέρος** ζητήθηκαν στοιχεία για το προφίλ του παραγωγού, όπως ηλικία, χρόνια εμπειρίας πάνω στην εκτροφή σαλιγκαριών, επίπεδο εκπαίδευσης, οικονομική κατάσταση και αν αποτελεί κύριο επάγγελμα του ή ενασχόληση.

Στο **δεύτερο μέρος** (Πίνακας I) υπάρχουν ερωτήσεις σχετικά με το προφίλ της εκμετάλλευσης. Τα στοιχεία αυτά περιλαμβάνουν πληροφορίες όπως: το έτος εγκατάστασης, το υψόμετρο της περιοχής, την συνολική έκταση της μονάδας, τις γειτονικές εκτροφές, τον μηχανολογικό εξοπλισμό, και τις καλλιεργητικές εργασίες ανά μήνα που πραγματοποιούν οι παραγωγοί εντός της εκμετάλλευσης. Επιπλέον, συγκεντρώθηκαν πληροφορίες σχετικά τις εργασίες συντήρησης που πραγματοποιεί ο εκτροφέας. Ακόμα, καταγράφονται οι μόνιμες εγκαταστάσεις και οι βοηθητικοί χώροι

που έχει η εκμετάλλευση για τις ανάγκες στέγασης του ζωικού πληθυσμού αλλά και του μηχανολογικού εξοπλισμού (αποθήκες, εργαστήρια κ.τ.λ.).

Στο **τρίτο μέρος** καταγράφονται τα βασικά χαρακτηριστικά του ζωικού κεφαλαίου και δεδομένα για την παραγωγικότητα της εκμετάλλευσης. Καταγράφηκαν 1) το είδος σαλιγκαριών που εκτρέφεται, 2) η προέλευση των γεννητόρων, 3) η συνολική παραγωγή της μονάδας, 4) η διάρκεια λειτουργίας του εκτροφείου, και 5) η περίοδος πάχυνσης. Επιπλέον, καταγράφηκαν η θνησιμότητα των σαλιγκαριών και η διαχείριση των νεκρών από τον εκάστοτε εκτροφέα (απομάκρυνση, κάψιμο, θάψιμο). Συγκεντρώθηκαν επίσης στοιχεία για το είδος και την σύσταση των ζωοτροφών (φυτά, σιτηρέσιο ή συνδυασμός), την προέλευση (αγοραζόμενες, ιδιοπαραγόμενες), τις ποσότητες που απαιτούνται και την συχνότητα παροχής σιτηρεσίου. Επιπλέον, συλλέχθηκαν πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με τον τύπο του υποστρώματος και την παρουσία φυτών σε κάθε εκτροφείο σαλιγκαριών. Το υπόστρωμα της μονάδας περιλάμβανε: έδαφος με πλατύφυλλα φυτά, χαλίκι ή έδαφος χωρίς παρουσία φυτών. Τέλος, καταγράφεται η εμφάνιση τυχόν ασθενειών ή παρασίτων στα εκτρεφόμενα ζώα αλλά και οι τρόποι αντιμετώπισής τους από μέρους των παραγωγών. Επιπλέον, υπήρχαν ερωτήσεις σχετικά με τους θηρευτές που εισέρχονται στον χώρο εκτροφής. Ακόμα, οι εκτροφείς ερωτήθηκαν για τα κυριότερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν και αν τυχόν υπήρχε σχετική ενημέρωση και βοήθεια από φορείς (ΕΛΓΑ, ΟΠΕΚΕΠΕ).

Στο **τέταρτο μέρος** συγκεντρώθηκαν τα οικονομικά στοιχεία της εκμετάλλευσης τόσο για τις εκροές (παραγόμενα προϊόντα - ποσότητες, τιμές πώλησης κ.λπ.), όσο και για τις εισροές (εργασία) για την παραγωγή των προϊόντων προς πώληση (Van Calker et al., 2005; Jankelova et al., 2017). Ειδικότερα καταγράφηκε α) το κόστος των ζωοτροφών, β) δαπάνες για την ύδρευση και το ρεύμα, γ) οι απαιτούμενες ώρες ξένης εργασίας. Έγινε διαχωρισμός της προσφερόμενης εργασίας

σε μόνιμη και εποχιακή σε ώρες ανά ημέρα, που χρησιμοποιεί η εκμετάλλευση για τις ανάγκες της. Ακόμα, καταγράφονται στοιχεία για το κόστος: α) των υλικών (αναλώσιμα όπως δίχτυ, καταφύγια), β) της προετοιμασία του χώρου εκτροφής (φρεζάρισμα, ψεκασμοί με ζιζανιοκτόνα - εντομοκτόνα), γ) την ασφάλιση της μονάδας αλλά και δ) την μεταποίηση και την μεταφορά του τελικού προϊόντος στα σημεία πώλησης (εστιατόρια – μαγαζιά *delicatessen*). Επιπλέον, συγκεντρώθηκαν στοιχεία σχετικά με το αρχικό κεφάλαιο (κατασκευή εκτροφείου και περίφραξη του χώρου) αλλά και του κόστους συντήρησής του. Τέλος, περιλαμβάνονται στοιχεία για το ακαθάριστο εισόδημα από πώληση νωπού ή μεταποιημένου προϊόντος.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε το καλοκαίρι του 2017. Η συγκέντρωση των στοιχείων έγινε με την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου με προσωπικές συνεντεύξεις από τον ίδιο τον ερευνητή στις μονάδες των σαλιγκαροτρόφων. Η πλειονότητα των συναντήσεων έγιναν στην έδρα της κάθε μονάδας εκτροφής, έπειτα από συνεννόηση με του παραγωγούς. Η συνολική διάρκεια κάθε επίσκεψης κυμάνθηκε από 2 έως 3 ώρες. Η συνεργασία των παραγωγών ήταν υποδειγματική.

Η περίοδος δειγματοληψίας διήρκεσε από τον Ιούνιο έως τον Νοέμβριο του 2017. Σε κάθε δειγματοληψία, συλλέχθηκαν σαλιγκάρια εμπορικού μεγέθους ανά μονάδα εκτροφής (3kg), για να αξιολογηθούν τα χαρακτηριστικά παραγωγής. Τα σαλιγκάρια μεταφέρθηκαν σε δίχτυ στο εργαστήριο του Τμήματος. Σε όσες μονάδες δεν στάθηκε δυνατό να παρευρεθούμε, ο εκτροφέας συνέλεγε και έστελνε τα ζώα στο εργαστήριο. Εκεί, τα γαστερόποδα αριθμήθηκαν και ζυγίστηκαν ατομικά με ζυγό ακριβείας (0,001gr). Επιπλέον μετρήθηκε η διάμετρός τους με παχύμετρο (0,01mm). Τα εκτρεφόμενα είδη σαλιγκαριών, ήταν το *Cornu aspersum maximum* και *Cornu aspersum aspersum*.

Η μακρά περίοδος δειγματοληψίας βασίστηκε στην αναγκαιότητα ότι τα σαλιγκάρια σε κάθε μονάδα πρέπει να φτάσουν στο εμπορεύσιμο μέγεθος. Το μέγεθος αυτό για κάθε είδους σαλιγκαριού καθορίστηκε από τα δεδομένα που ελήφθησαν μέσω των ερωτηματολογίων και συγκεκριμένα ορίστηκε στα 6 gr για το *Cornu aspersum aspersum* (Εικόνα 2.1) και στα 12 gr για *Cornu aspersum maximum* (Εικόνα 2.2). Για να υπολογιστεί το μέγεθος των ενήλικων σαλιγκαριών μετρήθηκε το νωπό βάρος (gr) (Εικόνα 2.3) και η διάμετρος του κελύφους (mm) (Εικόνα 2.4).



Εικόνα 2.1: Σαλιγκάρι του είδους *Cornu aspersum aspersum*.



Εικόνα 2.2: Σαλιγκάρια του είδους *Cornu aspersum maximum*.



Εικόνα 2.3: Μέτρηση βάρους σαλιγκαριού σε ηλεκτρονικό ζυγό δύο (2) δεκαδικών.



Εικόνα 2.4: Μέτρηση ατομικής διαμέτρου σαλιγκαριού με παχύμετρο.

2.1.4. Παραγωγικά χαρακτηριστικά που αξιολογήθηκαν

Για τις ανάγκες τις παρούσας διατριβής σχεδιάστηκαν, δοκιμάστηκαν και επιλέχθηκαν οι παραγωγικοί δείκτες με βάση τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν μέσω του ερωτηματολογίου αλλά και της δειγματοληψίας που έγινε σε κάθε μονάδα. Τα δεδομένα αυτά αφορούν το ζωικό κεφάλαιο (μέσο βάρος σαλιγκαριών, διάρκεια πάχυνσης) καθώς την διαχείριση της μονάδας εκτροφής (πυκνότητα, ωφέλιμη επιφάνεια).

1. Η παραγωγή ανά περίοδο λειτουργίας (kg/έτος/εκτροφείο), δηλαδή η συνολική παραγωγή σαλιγκαριών που είχε το κάθε εκτροφείο στο τέλος της περιόδου λειτουργίας του.
2. Η παραγωγή ανά m²
3. Πυκνότητα ή φόρτιση (kg/m² και αριθμός ζώων/m²). Ο δείκτης αυτός μας δείχνει τη βιομάζα σαλιγκαριών που υπάρχουν ανά τετραγωνικό μέτρο έκτασης της εκμετάλλευσης. Με βάση αυτό υπολογίστηκε ο αριθμός των ζώων ανά τετραγωνικό μέτρο στο τέλος της περιόδου εκτροφής με τον εξής τύπο:

(Συνολικό βάρος εμπορεύσιμων σαλιγκαριών / Τελικό μέσο βάρος σαλιγκαριών) /m²

4. Η βιομάζα ανά ωφέλιμη επιφάνεια (kg / m²). Ωφέλιμη επιφάνεια, είναι ο χώρος του εκτροφείου στον οποίο το σαλιγκάρι έχει πρόσβαση. Αυτό το τμήμα, είναι που προετοιμάζει ο παραγωγός και στο οποίο καλλιεργεί τα φυτά αλλά και τοποθετεί τα καταφύγια. Ο δείκτης αυτός μας δείχνει την φόρτιση ανά τετραγωνικό μέτρο ωφέλιμης επιφάνειας κάθε μονάδας εκτροφής.
5. 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 βάρος το οποίο θα πρέπει να ξεπερνούν τα ζώα ώστε να μπορέσουν να πωληθούν ποικίλει ανάλογα με το κάθε είδος. Σύμφωνα με την έρευνά μας τα σαλιγκάρια του είδους *Cornu aspersum maximum* διατίθενται στην αγορά όταν ξεπεράσουν τα 12 gr, ενώ του είδους *Cornu aspersum aspersum* τα 6 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. Υπολογίστηκε με βάση τον παρακάτω τύπο:

Αριθμός εμπορεύσιμων σαλιγκαριών ανά κιλό = 1 kg / μέσο βάρος εμπορεύσιμων σαλιγκαριών

6. Ημερήσιος ρυθμός αύξησης (gr/ημέρα/σαλιγκάρι). Με τον δείκτη αυτόν, μπορούμε να διακρίνουμε αν η αύξηση του ζώου επηρεάζεται από ορισμένους παράγοντες που μεταβάλλονται καθημερινά, όπως οι κλιματικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, ύψος βροχής). Υπολογίστηκε με τον εξής τύπο:

Ρυθμός αύξησης = Τελικό βάρος – Αρχικό βάρος / Διάρκεια Πάχυνσης (Ημέρες)

2.1.5. Στατιστική επεξεργασία

Αρχικά, έγινε η συγκέντρωση, καταγραφή και επεξεργασία των πρωτογενών δεδομένων των ερωτηματολογίων σε υπολογιστικά φύλλα εργασίας του Microsoft Excel. Κατόπιν, υπολογίστηκαν περιγραφικά στατιστικά στοιχεία (μέσος όρος, διάμεσος, τυπική απόκλιση, τυπικό σφάλμα, ελάχιστο, μέγιστο) για τις συνεχείς μεταβλητές και συχνότητες για τις κατηγορικές μεταβλητές. Στον πίνακα 2.2 παρουσιάζονται οι Συνεχείς μεταβλητές της έρευνας και στον 2.3 οι Κατηγορικές.

Πίνακας 2.2: *Συνεχείς μεταβλητές της παρούσας έρευνας και μονάδες μέτρησής τους.*

	Συνεχείς Μεταβλητές	Μονάδα μέτρησης
1	Συνολική παραγωγή	kg/έτος/εκτροφείο
2	Αριθμός σαλιγκαριών/Kg	N/kg
3	Υψόμετρο	m
4	Έκταση εκτροφείου	m ²
5	Ωφέλιμη επιφάνεια	m ²
6	Παραγωγικότητα μονάδας	Kg/έτος/m ²
7	Παραγωγή/ωφέλιμη επιφάνεια	Kg/m ²

8	Ρυθμός αύξησης	gr/ημέρα/σαλιγκάρι
9	Διάρκεια λειτουργίας	Μήνες
10	Διάρκεια αναπαραγωγής	Ημέρες
11	Ποσότητα ξηρού σιτηρεσίου	Kg
12	Διάρκεια εκτροφής	Ημέρες
13	Εμπειρία εκτροφέα	Έτη
14	Ακαθάριστο εισόδημα	€
15	Ηλικία εκτροφέα	Έτη
16	Ποσοστό Θνησιμότητας	%

Πίνακας 2.3: Κατηγορικές μεταβλητές της παρούσας έρευνας.

	Κατηγορικές Μεταβλητές	Κατηγορία
1	Είδος εκτρεφόμενου σαλιγκαριού	<i>Cornu aspersum</i> , <i>Cornu aspersum maximum</i> , και τα 2 είδη
2	Τύπος Υποστρώματος	Χαλίκι, Χώμα με καλλιεργούμενα φυτά, χώμα
3	Τύπος Εκτροφής	Ανοιχτός, Κλειστός, Μεικτός
4	Περιοχή εγκατάστασης	Κ. Μακεδονία, Δ. Μακεδονία, Θεσσαλία, Θράκη, Δ. Ελλάδα, Αττική – Νησιά Β. Αιγαίου
5	Αποθήκη συγκομιδής	Ναι - Όχι
6	Εκκολαπτήριο	Ναι - Όχι
7	Συσκευαστήριο	Ναι - Όχι
8	Ψυκτικός θάλαμος	Ναι - Όχι
9	Ύφασμα για προστασία από χαμηλές θερμοκρασίες	Ναι - Όχι
10	Καταφύγια (ξύλινα)	Ναι - Όχι
11	Κλουβιά	Ναι - Όχι
12	Ταΐστρες	Ναι - Όχι
13	Δοχεία αποθήκευσης αυγών	Ναι - Όχι
14	Αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας	Ναι - Όχι
15	Υλικά συσκευασίας	Ναι - Όχι
16	Γεωργικά εργαλεία	Ναι - Όχι
17	Χρήση συστήματος δροσισμού	Ναι - Όχι

Σημειώθηκε η παρουσία ή απουσία εγκαταστάσεων (αποθήκη συγκομιδής, εκκολαπτήριο, συσκευαστήριο, ψυκτικός θάλαμος) και εξοπλισμού (ύφασμα για προστασία από χαμηλές θερμοκρασίες, κλουβιά, ταΐστρες, δοχεία αποθήκευσης αυγών, θάλαμος νάρκης, αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας, υλικά συσκευασίας, γεωργικά εργαλεία). Η εντατικότητα κάθε εκτροφείου σε αυτήν την έρευνα κατηγοριοποιήθηκε με βάση το σύστημα εκτροφής σαλιγκαριών, τον διαθέσιμο εξοπλισμό και εγκατάσταση το είδος υποστρώματος και τυχόν καλλιεργούμενα φυτά σε αυτό καθώς και την παροχή σιτηρέσιου. Στη συνέχεια, επιλέχθηκαν τέσσερις μεταβλητές (σύστημα εκτροφής, περιοχή, είδος σαλιγκαριού και υπόστρωμα) οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν ως παράγοντες για την εκτίμηση της επιρροής τους σε τρεις μεταβλητές παραγωγικότητας (Συνολική παραγωγή σε kg ανά έτος, Παραγωγικότητα ανά επιφάνεια σε kg ανά m² ανά έτος και Παραγωγικότητα ανά ωφέλιμη επιφάνεια σε kg ανά m² ανά έτος). Υπολογίστηκαν περιγραφικά στατιστικά και παρουσιάστηκαν σε πίνακες και εικόνες οι κύριες επιδράσεις των αρχικών μεταβλητών. Τα εκτροφεία διαχωρίστηκαν σε δύο κατηγορίες με βάση: (α) τον τύπο υποστρώματος και (β) τον τύπο διατροφής. Πιο συγκεκριμένα, για την κατηγορία υποστρώματος δημιουργήθηκαν τρεις (3) υποκατηγορίες: G-χαλίκι, P-χώμα με καλλιεργημένα φυτά και S-χώμα χωρίς παρουσία φυτών. Όσον αφορά τον τύπο διατροφής, οι υποκατηγορίες έχουν ως εξής: c- ξηρό εμπορικό σιτηρέσιο, cp-ξηρό εμπορικό σιτηρέσιο σε συνδυασμό με τα καλλιεργούμενα φυτά, p-φυτά.

Για τις μεταβλητές εξοπλισμό και υπόστρωμα (πίνακας 2.3) χρησιμοποιήθηκε η μη παραμετρική πολυδιάστατη κλιμάκωση (nMDS), με τη χρήση του δείκτη ομοιότητας Bray-Curtis χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Unweighted Pair Group με αριθμητικό μέσο (UPGMA) (Sneath et al., 1973) ως μέσο οπτικοποίησης του ποσοστού ομοιότητας μεταξύ διαφορετικών εκτροφείων. Το ποσοστό ομοιότητας μεταξύ των

σαλιγκαροτροφικών μονάδων αναλύθηκε βάσει του δείκτη ομοιότητας Bray – Curtis (Bray et al., 1957). Για την ομαλοποίηση των δεδομένων και για την αποφυγή ασυμμετρίας, εφαρμόστηκε στα δεδομένα μετασχηματισμός πριν από τον υπολογισμό ομοιότητας (Field et al., 1982). Η ανάλυση δεδομένων πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πακέτο PRIMER (Clarke et al., 2014) (PRIMER-e, Auckland, Νέα Ζηλανδία).

Κατανοώντας το γεγονός ότι η ποσότητα των δεδομένων που συγκεντρώθηκε είναι μικρή σε σχέση με τον αριθμό των μεταβλητών που χρησιμοποιείται στην ανάλυση, επιλέχθηκαν αυτές οι μέθοδοι καθώς είναι κατάλληλες για αυτούς τους τύπους δεδομένων (ιδιαίτερα μετρήσεις αφθονίας). Ο συνδυασμός των δύο προσεγγίσεων είναι επαρκής και δικαιολογημένος υποστηρίζοντας την τεκμηρίωση στην εξήγηση των αποτελεσμάτων.

Τέλος, έγινε εκτίμηση του ακαθάριστου εισοδήματος των σαλιγκαροτρόφων. Σαν έσοδα υπολογίστηκε η συνολική παραγωγή (kg ανά έτος) επί της τιμής των 5 € ανά kg για νωπά σαλιγκάρια, η οποία είναι η τρέχουσα τιμή αγοράς στην Ελλάδα σύμφωνα με πληροφορίες που συλλέχθηκαν μέσω των ερωτηματολογίων, αλλά και σε συμφωνία με την βιβλιογραφία (Hatzioannou et al., 2014). Από την τιμή αυτή αφαιρέθηκαν τα έξοδα παραγωγής που περιλάμβαναν πάγια έξοδα (ηλεκτρικό ρεύμα, άρδευση), οι μισθοί των εργατών, το ενοίκιο και τα έξοδα για το παρεχόμενο σιτηρέσιο. Στα έξοδα δεν συμπεριλαμβάνεται το προσωπικό κόστος εργασίας των εκτροφέων, καθώς δεν κρατάνε αρχείο για το πόσες μέρες τον μήνα και πόσες ώρες δουλεύουν. Κατά κύριο λόγο μόνο ένα μέλος της οικογένειας, επισκέπτεται καθημερινά το εκτροφείο. Όπως μας δήλωσαν κάποιοι, η μόνη περίοδος που είναι καθημερινά και για αρκετές ώρες στην μονάδα είναι η περίοδος συλλογής των σαλιγκαριών.

2.2. Μελέτη της παρουσίας παρασίτων σε εκτρεφόμενα σαλιγκάρια

Για την έρευνα αυτή, συλλέχθηκαν συνολικά 1300 ενήλικα σαλιγκάρια (μέσου βάρους $14 \pm 2,4$ gr) από 26 εκτροφεία το 2017 και 900 (μέσου βάρους $13,2 \pm 2,7$ gr) από 18 εκτροφεία το 2018. Οι εκμεταλλεύσεις, βρίσκονται στην Κεντρική, Δυτική και Βόρεια Ελλάδα (Πίνακας 2.3). Τα εκτροφεία που χρησιμοποιήθηκαν στον έλεγχο των παρασίτων, ήταν τα ίδια με εκείνα που καταγράφηκαν και αξιολογήθηκαν στο πρώτο μέρος της παρούσας έρευνας (σύνολο 29) καλύπτοντας όλα τα συστήματα εκτροφής που καταγράφηκαν στην Ελλάδα. Την πρώτη χρονιά (1η) η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε 26 εκτροφεία και την δεύτερη (2η) σε 18 από αυτά, στα οποία πραγματοποιήθηκε επαναληπτική δειγματοληψία. Για ορισμένα εκτροφεία δεν ήταν δυνατή η επαναληπτική δειγματοληψία το 2018 καθώς δεν λειτούργησαν ή δεν είχαν παραγωγή.

Οι εκμεταλλεύσεις (Πίνακας 2.3) που συμμετείχαν σε αυτή την έρευνα επιλέχθηκαν σύμφωνα με τα ακόλουθα κριτήρια:

- Την περιοχή για την εξασφάλιση εναλλακτικών κλιματολογικών συνθηκών.
- Τον σύστημα εκτροφής (ανοιχτή, μικτό σύστημα, διχτυοκήπιο και υπερυψωμένες ενότητες). Το επίπεδο εντατικοποίησης ήταν διαφορετικό σε κάθε σύστημα επηρεάζοντας τα αβιοτικά και τα παραγωγικά χαρακτηριστικά όπως η πυκνότητα, η φόρτιση, το μέγεθος των ενηλίκων σαλιγκαριών και η συνολική παραγωγή.
- Τα εκτρεφόμενα είδη (*Cornu aspersum maximum* ή *Cornu aspersum aspersum*).

2.2.1. Διαδικασία δειγματοληψίας

Η λειτουργία των περισσότερων εκτροφείων σαλιγκαριών στην Ελλάδα επεκτείνεται από τον Μάρτιο έως τα τέλη Νοεμβρίου, δηλαδή διαρκεί 9 μήνες. Τα ζώα αυτά έχουν εμπορική αξία για τον εκτροφέα και διακινούνται στην αγορά, επομένως η

έρευνα εστίασε στον παρασιτικό έλεγχο αυτών. Διήρκεσε από τέλη Ιουνίου 2017 έως τέλη Νοεμβρίου 2017 ενώ η επαναληπτική δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε μόνο το Φθινόπωρο και συγκεκριμένα από τις 15 Οκτωβρίου 2018 έως τις 5 Δεκεμβρίου 2018.

Σε κάθε εκτροφείο, επιλέχθηκαν δύο θέσεις για δειγματοληψία γαστερόποδων. Η επιλογή των σημείων βασίστηκε στην βιομάζα και τις τυχόν διαφορές στο μικροκλίμα. 25 ενήλικα σαλιγκάρια συλλέχθηκαν ανά θέση και συνολικά 50 ανά εκτροφείο. Ο συγκεκριμένος αριθμός ζώων επιλέχθηκε, με βάση προηγούμενες έρευνες όπως η παρασιτολογική έρευνα σε σαλιγκάρια του είδους *Achatina fulica* στην Βραζιλία όπου χρησιμοποιήθηκαν 20 γαστερόποδα (Tunholi – Alves et al., 2015). Σε αντίστοιχες περιπτώσεις στην Ευρώπη, ο Segade (2013), εξέτασε συνολικά 607 σαλιγκάρια (*Cornu aspersum aspersum* και *Cornu aspersum maximum*) από τρεις (3) εκμεταλλεύσεις μέσα σε 3 χρόνια ενώ σε προηγούμενη έρευνα είχε εξετάσει 495 σαλιγκάρια από δύο εκτροφεία (Segade et al. 2009).

Επιπλέον, συλλέχθηκαν κόπρανα των σαλιγκαριών (3 σημεία ανά εκτροφείο, 5 γραμμάρια κοπράνων συνολικά) από κάθε εκμετάλλευση και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Παρασιτολογίας (Ινστιτούτο Κτηνιατρικών Ερευνών, ΕΛΓΟ - ΔΗΜΗΤΡΑ) όπου πραγματοποιήθηκαν όλες οι αναλύσεις.

Πίνακας 2.4: Περιγραφή των σαλιγκαροτροφικών εκμεταλλεύσεων που συμμετείχαν στην έρευνα (2017 - 2018). C: Μονάδες εκτροφής του Πανελληνίου Συνεταιρισμού Σαλιγκαροτρόφων, F: Ανεξάρτητες μονάδες.

	Κωδικός	Σύστημα εκτροφής	Περιοχή	Υψόμετρο (m)	Ημερομηνίες δειγματοληψίας
1	C1	Μικτό σύστημα	Κ. Μακεδονία	350	5/11/2017, 5/12/2018
2	C2	Ανοιχτή εκτροφή	Δ. Μακεδονία	759	5/11/2017, 29/10/2018
3	C3	Ανοιχτή εκτροφή	Δ. Μακεδονία	698	5/11/2017, 30/10/2018
4	C4*	Ανοιχτή εκτροφή	Δ. Μακεδονία	398	5/11/2017
5	C5	Ανοιχτή εκτροφή	Κ. Μακεδονία	43	5/12/2017, 15/10/2018
6	C6*	Μικτό σύστημα	Κ. Μακεδονία	26	5/11/2017
7	C7*	Διχτυοκήπιο	Κ. Μακεδονία	44	5/11/2017
8	C8	Διχτυοκήπιο	Δ. Ελλάδα	539	5/11/2017, 1/11/2018
9	C9	Ανοιχτή εκτροφή	Θεσσαλία	100	5/11/2017, 4/12/2018
10	C10	Ανοιχτή εκτροφή	Δ. Μακεδονία	617	5/11/2017, 16/10/2018
11	C11	Διχτυοκήπιο	Θεσσαλία	108	5/11/2017, 29/10/2018
12	C12	Διχτυοκήπιο	Κ. Μακεδονία	101	26/9/2017, 17/10/2018
13	C14	Διχτυοκήπιο	Κ. Μακεδονία	109	29/11/2017, 16/10/2018
14	C15	Μικτό σύστημα	Δ. Μακεδονία	670	20/11/2017, 3/12/2018
15	C16	Ανοιχτή εκτροφή	Θράκη	14	5/11/2017, 3/12/2018
16	C17	Διχτυοκήπιο	Κ. Μακεδονία	122	26/9/2017, 17/10/2018
17	C18	Διχτυοκήπιο	Κ. Μακεδονία	56	25/9/2017, 1/11/2018
18	C19	Ανοιχτή εκτροφή	Κ. Μακεδονία	128	10/9/2017, 5/12/2018
19	F1	Διχτυοκήπιο	Θεσσαλία	64	10/11/2017, 29/10/2018
20	F2	Διχτυοκήπιο	Δ. Ελλάδα	0	30/11/2017, 15/10/2018
21	F3	Μικτό σύστημα	Θεσσαλία	153	29/6/2017, 15/10/2018
22	F4*	Υπερυψωμένες ενότητες	Κ. Μακεδονία	43	19/10/2017

23	F5*	Διχτυοκήπιο	Νησιά Βορείου Αιγαίου	50	12/10/2017
24	F6*	Υπερυψωμένες ενότητες	Αττική	29	26/7/2017
25	F7*	Ανοιχτή εκτροφή	Θεσσαλία	78	29/6/2017
26	F8*	Μικτό σύστημα	Κ. Μακεδονία	122	3/8/2017

Οι μονάδες με * συμμετείχαν στην έρευνα μόνο το 2017

Στον πίνακα 2.4 παρουσιάζονται τα εκτροφεία στα οποία πραγματοποιήθηκε παρασιτικός έλεγχος και τα δύο έτη. Το μεγαλύτερο ποσοστό των δειγματοληψιών έλαβε χώρα το φθινόπωρο, στην λήξη της περιόδου λειτουργίας της κάθε εκμετάλλευσης.

2.2.2. Παρασιτολογικές εξετάσεις

Τα δείγματα κοπράνων των σαλιγκαριών εξετάζονταν για τον προσδιορισμό του αριθμού των αυγών των γαστρεντερικών παρασίτων ανά γραμμάριο κοπράνων (τροποποιημένη μέθοδος McMaster, Rinaldi et al., 2011).

Για τα ενήλικα παράσιτα έγινε ανατομή των σαλιγκαριών αφού προηγουμένως καταγράφηκε ατομικά το βάρος και η διάμετρος του κελύφους και εξετάστηκαν χωριστά η κεφαλοποδική μάζα (πόδι μυς), το έντερο και ο πεπτικός αδέν (ηπατοπάγκρεας). Η εξέταση των οργάνων/ιστών των γαστεροπόδων πραγματοποιήθηκε σε μικροσκόπιο και αφορούσε την ανεύρεση εξελικτικών σταδίων νηματωδών και τρηματωδών παρασίτων.

Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε μικροβιακός έλεγχος στα γαστερόποδα. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η οριζόντια μέθοδος EN ISO 11290-1: 1996 για την ανίχνευση και καταμέτρηση της *Listeria monocytogenes* και το BS EN ISO 13720: 2010 για την απαρίθμηση των αποικιών του *Pseudomonas spp.* Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 5 σαλιγκάρια ανά εκτροφείο.

2.2.3. Προσδιορισμός αριθμού αυγών γαστρεντερικών παρασίτων

Τα δείγματα κοπράνων εξετάστηκαν στο εργαστήριο χρησιμοποιώντας την τροποποιημένη ποσοτική μέθοδο McMaster (Roepstorff & Nansen, 1998). Αυτή είναι η πιο κοινή τεχνική στην κτηνιατρική παρασιτολογία και συνιστάται από την Παγκόσμια Ένωση για την Πρόοδο της Κτηνιατρικής Παρασιτολογίας για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των ανθελμινθικών φαρμάκων στα μηρυκαστικά (Wood et al., 1995) και για την ανίχνευση ανθελμινθικής αντοχής σε φάρμακα (FAO, 1998).

Η καταμέτρηση των αυγών γινόταν με μικροσκοπική εξέταση της ειδικής πλάκας McMaster και συγκεκριμένα των δύο ογκομετρικών χώρων της, όπου τοποθετούνταν το εναιώρημα του δείγματος κοπράνων που προέκυπτε από τη μέθοδο. Στη συνέχεια το άθροισμα των αυγών από τους δύο ειδικούς χώρους της πλάκας McMaster πολλαπλασιάζεται με το συντελεστή 20 και έτσι προκύπτει σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή ο αριθμός των αυγών των παρασίτων ανά γραμμάριο κοπράνων (Eggs Per Gram/ EPG) των σαλιγκαριών.

2.2.4. Ανατομή σαλιγκαριών

Για να γίνει η ανατομή των σαλιγκαριών ακολουθήθηκε ένα ηλεκτρονικό πρωτόκολλο, το οποίο αναπτύχθηκε από το Κέντρο Φυτοϋγειονομικής Επιστήμης και Τεχνολογίας και από το Πανεπιστήμιο της Φλόριντα (White-McLean 2011).

Για τον προσδιορισμό πιθανής μόλυνσης από παρασιτικά στοιχεία, τα σαλιγκάρια εξετάστηκαν ατομικά σε στερεοσκόπιο/μικροσκόπιο. Τα δείγματα μεταφέρθηκαν ζωντανά σε πλαστικά δοχεία στο εργαστήριο. Μετά από 24 ώρες, η κεφαλοποδική μάζα (Εικόνα 2.5) διαχωρίστηκε από το κέλυφος και τοποθετήθηκε χωριστά σε ένα ποτήρι ζέσεως. Στην συνέχεια, εξετάστηκε η κοιλότητα του μανδύα

και κατόπιν τα όργανα του Πεπτικού συστήματος (έντερο, ηπατοπάγκρεας) (Franco-Acuna, 2009). Τέλος, εξετάστηκαν οι ιστοί του ποδιού (Valente, 2017).



Εικόνα 2.5: Κεφαλοποδική μάζα σαλιγκαριού του είδους *Cornu aspersum maximum*

Για την ταυτοποίησή του γένους των νηματωδών που εντοπίστηκαν μέσω της ανατομής, παρατηρήθηκε η εξωτερική τους θήκη και ο οισοφάγος. Ακόμα, ελέγχθηκε το σχήμα του πρόσθιου άκρου και της κεφαλής τους, το σχήμα και το μέγεθος της θήκης των προνυμφών καθώς και το σχήμα με το σχετικό μήκος της ουράς.

2.2.5. Μικροβιολογικές εξετάσεις

Για τη μικροβιολογική έρευνα χρησιμοποιήθηκαν 5 σαλιγκάρια (συνολικά 25gr) ανά θέση, τα οποία τυχαία επιλέχθηκαν στο εργαστήριο. Σε κάθε σαλιγκάρι μετρήθηκαν το βάρος και η διάμετρος του κελύφους. Μεταφέρθηκαν ζωντανά σε πλαστικά δοχεία. Κατόπιν, η κεφαλοποδική μάζα διαχωρίστηκε από το κέλυφος και χρησιμοποιήθηκε στην μικροβιολογική μελέτη.

Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιήθηκε ήταν η οριζόντια μέθοδος EN ISO 11290-1: 1996 για την ανίχνευση και καταμέτρηση της *Listeria monocytogenes*. Για

την απαρίθμηση των αποικιών του *Pseudomonas spp.* χρησιμοποιήθηκε το BS EN ISO 13720: 2010.

2.2.6. Στατιστική ανάλυση

Αρχικά ολοκληρώθηκε η ανάλυση των δεδομένων από τον παρασιτικό έλεγχο που είχε πραγματοποιηθεί το προηγούμενο έτος (2017) και η καταγραφή τους σε υπολογιστικά φύλλα εργασίας του Microsoft Excel ολοκληρώθηκε. Συγκεκριμένα καταγράφηκαν τα αποτελέσματα (EPG) από την παρασιτολογική εξέταση των κοπράνων και της ανατομής των σαλιγκαριών καθώς και του ποσοστού επιπολασμού των ενήλικων παρασίτων. Για να αξιολογηθεί εάν υπάρχουν στατιστικές ενδείξεις για μια γραμμική σχέση μεταξύ των μεταβλητών (σύστημα εκτροφής, μέσο βάρος σαλιγκαριού, παραγωγή ανά ωφέλιμη επιφάνεια, υπόστρωμα, υψόμετρο εκτροφείου, διατροφή, ύψος βροχής, μέση θερμοκρασία) που επηρεάζουν τον αριθμό αυγών, προνυμφών ή ενήλικων παρασίτων σε μια σαλιγκαροτροφική εκμετάλλευση, χρησιμοποιήθηκε η διμερής συσχέτιση Pearson (bivariate Pearson Correlation). Τα δεδομένα αναλύθηκαν στο στατιστικό πακέτο SPSS 20® (SPSS Inc., Chicago, IL), ενώ για την κατηγοριοποίηση των εγκαταστάσεων και του εξοπλισμού των μονάδων εκτροφής σαλιγκαριών που χρησιμοποιήθηκε στην στατιστική επεξεργασία, χρησιμοποιήθηκε η ίδια μέθοδος που περιγράφεται στην ενότητα 2.1.5. Για να γίνει η κατηγοριοποίηση, σημειώθηκε η παρουσία ή απουσία των μεταβλητών αυτών.

2.3. Πειραματική εκτροφή σαλιγκαριών

Το πείραμα, έλαβε χώρα στις εγκαταστάσεις του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος στον Βόλο. Πραγματοποιήθηκε σε διχτυοκήπιο και σε ανοιχτό εκτροφείο, ώστε να συγκριθούν τα δύο διαφορετικά συστήματα εκτροφής σαλιγκαριών και η διάρκεια του ήταν δύο (2) μήνες (Σεπτέμβριος – Νοέμβριος 2019). Χρησιμοποιήθηκαν σαλιγκάρια του είδους *Cornu aspersum*

maximum που προήλθαν από γεννήτορες εμπορικής εκτροφής εγκατεστημένης στο Ν. Μαγνησίας. Τα ζώα παρέμειναν στο εργαστήριο σε θερμοκρασία 20°C και υγρασία 75% όπου και αναπαράχθηκαν. Ο γόνος που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα, προήλθε από ωοαποθέσεις του μηνός Ιουνίου 2019 (Γενιά Ιουνίου ή Μεγάλη ηλικία) και Αυγούστου 2019 (Γενιά Αυγούστου ή Μικρή ηλικία).

2.3.1. Διχτυοκήπιο

Το διχτυοκήπιο του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος (Εικ. 2.6) έχει έκταση 300 m². Ο τύπος θερμοκηπίου στον οποίο βασίζεται η κατασκευή του είναι τροποποιημένο τοξωτό. Το υλικό κατασκευής του σκελετού του διχτυοκηπίου είναι γαλβανισμένο μέταλλο, ενώ καλύπτεται με δίχτυ πολυαιθυλενίου σκίασης 80%. Το δίχτυ συμβάλλει στην ρύθμιση των συνθηκών θερμοκρασίας – υγρασίας, ενώ προστατεύει και το ζωικό κεφάλαιο από εχθρούς. Ακόμα, περιμετρικά, υπάρχει κάλυψη με λαμαρίνα που αποτρέπει την είσοδο τρωκτικών και ερπετών. Αναλυτικά, η κατασκευή έχει περιγραφεί από τον Αποστόλου (2012) και Χατζηγιάννου και Στάικου (2015). Η διατήρηση της απαιτούμενης υγρασίας επιτυγχάνεται με σύστημα υδρονέφωσης (μπεκ) χαμηλής πίεσης, όπως έχει περιγραφεί στην εργασία των Apostolou et al. (2016).



Εικόνα 2.6: Διχτυοκήπιο του τμήματος ΓΙΥΠ Εξωτερική όψη (2019).

2.3.2. Εσωτερική Διαμόρφωση Διχτυοκηπίου

Τον Μάιο του 2019 έγινε προετοιμασία και συγκέντρωση του εξοπλισμού για την διεξαγωγή του πειράματος. Πραγματοποιήθηκαν εργασίες συντήρησης, οργώματος και φύτευσης. Επιπλέον, στο εσωτερικό του διχτυοκηπίου κατασκευάστηκαν τέσσερα διαμερίσματα, διαστάσεων 2 m επί 10 m, στην περίμετρο των οποίων τοποθετήθηκε ηλεκτροφόρος περίφραξη χαμηλής τάσης. Η ηλεκτροφόρα περίφραξη, είναι μικρής τάσης (12 - 14 V) και βρίσκεται στο πάνω μέρος της σήτας που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή των διαμερισμάτων (Εικόνα 2.6).



Εικόνα 2.7: Διαμερίσματα εντός του χώρου του διχτυοκηπίου του τμήματος ΓΙΥΠ (2019).

Εν συνεχεία, τα διαμερίσματα αυτά χωρίστηκαν σε μικρότερα τετράγωνα 1 m επί 2 m (Εικ. 2.7) εντός των οποίων έγινε φύτευση πλατύφυλλων φυτών (λάχανο, μαρούλι, παζί). Εντός τοποθετήθηκαν ξύλινα καταφύγια (2 ανά τετράγωνο) και πλαστικές ταΐστρες.

Όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 2.3.1, για την διατήρηση της υγρασίας στα επίπεδα που απαιτούνται, λειτούργησε το σύστημα υδρονέφωσης χαμηλής πίεσης του διχτυοκηπίου. Η παροχή νερού γινόταν από τη γεώτρηση που υπάρχει εντός του

προαυλίου χώρου του Τμήματος. Επιπλέον, συλλεγόταν σε δεξαμενή πλησίον των δύο συστημάτων εκτροφής ώστε να διασφαλιστεί η επάρκεια νερού καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος.

2.3.3. Ανοιχτή εκτροφή

Το σύστημα ανοιχτής εκτροφής, διαστάσεων 2 m επί 10 m, κατασκευάστηκε στον χώρο δίπλα στο διχτυοκήπιο. Περιβάλλεται από σίτα και χωρίστηκε σε 4 μικρότερα διαμερίσματα των 2 m². Η σίτα έχει προέλευση από την Ιταλία (HELITEX NET) και είναι κατασκευασμένη από μη τοξικό πολυαιθυλένιο. Για να αποτραπεί η διαφυγή των σαλιγκαριών, διαθέτει δύο προεξοχές (ίδιο υλικό με τη σίτα).

Μέσα σε κάθε διαμέρισμα, φυτεύτηκαν πλατύφυλλα φυτά (λάχανο μαρούλι, παζί) και τοποθετήθηκαν από δύο ξύλινα καταφύγια (Εικ. 2.8). Από κάτω τοποθετήθηκε η πλαστική ταΐστρα ώστε να μην έρχεται σε άμεση επαφή με το νερό. Ο ψεκασμός νερού για την διατήρηση της απαιτούμενης υγρασίας έγινε με σύστημα υδρονέφωσης (Μπεκ).



Εικόνα 2.8: Τετράγωνο ανοιχτής εκτροφής.

2.3.4. Κλιματικά δεδομένα

Για τον έλεγχο και την καταγραφή των κλιματικών συνθηκών στο διχτυοκήπιο και στην ανοιχτή εκτροφή, χρησιμοποιήθηκε ο παρακάτω εξοπλισμός :

- Αισθητήρα θερμοκρασίας και υγρασίας του αέρα, (E+E Αμερικής)
- Υδατοστεγές καταγραφικό θερμοκρασίας και Σχετικής Υγρασία (ONSET, Αμερικής) (Οι μετρήσεις παίρνονταν κάθε 10 λεπτά από αισθητήρες που υπήρχαν μέσα και έξω από το διχτυοκήπιο)
- Λογισμικό HOBO Warre BHW-PC

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε διαγράμματα Θερμοκρασίας αέρα και Σχετικής υγρασίας αέρα (μέγιστες και ελάχιστες τιμές) για τους δύο μήνες που διήρησε το πείραμα (Σεπτέμβριος - Νοέμβριος). Στατιστικά, οι τιμές των παραμέτρων αυτών εξετάστηκαν ως προς την συσχέτισή τους με το τελικό μέγεθος των σαλιγκαριών (βάρος, διάμετρος) το ποσοστό θνησιμότητας και την εξάπλωση των αυγών και των ενήλικων παρασίτων στον πληθυσμό των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών.

2.3.5. Διαδικασία πειράματος

Οι δύο γενιές σαλιγκαριών (Ιουνίου – Αυγούστου) διαχωρίστηκαν, και σε κάθε γενιά έγινε διαλογή μεγέθους ώστε να τοποθετηθούν στις πειραματικές σειρές. Τα σαλιγκάρια διακρίθηκαν σε δύο (2) ηλικιακές κλάσεις: μεγάλα από την γενιά Ιουνίου, ηλικίας 3 μηνών (3μ) και μικρά από την γενιά Αυγούστου, ηλικίας 1 μήνα (1μ). Χωρίστηκαν σε 4 πειραματικές σειρές (2 ηλικίες επί 2 πυκνότητες) για το διχτυοκήπιο και το σύστημα ανοιχτής εκτροφής (συνολικά οκτώ πειραματικές σειρές) (Πίνακας 2.4).

Οι αρχικές πληθυσμιακές πυκνότητες των σαλιγκαριών που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: 125 ζώα / m² και 250 ζώα / m². Η επιλογή των πυκνοτήτων έγινε με βάση τις εργασίες των Charrier & Daguzan (1978) που διαπίστωσαν ότι πρέπει να

τοποθετούνται 133 ζώα/ m² του είδους *Cornu aspersum aspersum* στην ηλικιακή ομάδα του γόνου, ώστε να επιτευχθεί η γρηγορότερη αύξηση, αλλά και της Dupont – Nivet (2000) όπου σαλιγκάρια του είδους *Cornu aspersum aspersum* σε εντατική εκτροφή και πυκνότητα (250 σαλιγκάρια/m²) παρουσίασαν υψηλότερα ποσοστά ενηλικίωσης και μικρότερα θνησιμότητας. Η εκτροφή ήταν εντατική, σε κλωβούς σε εσωτερικό χώρο με σταθερή θερμοκρασία (20°C την ημέρα και 17°C τη νύχτα). Επιπλέον, οι δύο πειραματικές πυκνότητες που επιλέχθηκαν ανταποκρίνονται στις συνθήκες που επικρατούν στους αντίστοιχες εκτροφές της χώρας μας. Στο 1^ο μέρος της έρευνας σε μονάδες εκτροφής σαλιγκαριών σε όλη την ηπειρωτική Ελλάδα (2017), οι πυκνότητες κυμάνθηκαν από 51,6 ζώα/m² σε εκτατικές εκτροφές έως 202,5 ζώα/m² στις εντατικές. Με βάση αυτό, υπολογίστηκε η μέση πυκνότητα των εντατικών εκτροφών (105,3 ζώα/m²) που αποτέλεσε οδηγό για την τελική επιλογή μας σε αυτό το πείραμα.

Πίνακας 2.5: Πειραματικές σειρές του πειράματος εκτροφής σε διχτυοκήπιο και ανοιχτή εκτροφή.

Πειραματική σειρά	Ανοιχτή εκτροφή		Διχτυοκήπιο		
	Πυκνότητα	Ηλικιακή Κλάση	Πυκνότητα	Ηλικιακή Κλάση	
1	250 ζώα / m ²	3 μηνών	5	250 ζώα / m ²	3 μηνών
2	125 ζώα / m ²	3 μηνών	6	125 ζώα / m ²	3 μηνών
3	250 ζώα / m ²	1 μήνα	7	250 ζώα / m ²	1 μήνα
4	125 ζώα / m ²	1 μήνα	8	125 ζώα / m ²	1 μήνα

Με βάση τις μεταβλητές που φαίνονται στον Πίνακα 2.5, δημιουργήθηκαν κωδικοί για τις πειραματικές σειρές του πειράματος. Ο κάθε κωδικός αποτελείται από ένα γράμμα (Α ή Δ) και δύο αριθμούς (1 για την πυκνότητα 250 ζώα / m² ή 2 για την

πυκνότητα 125 ζώα / m² και 1 ή 3 για την ηλικιακή κλάση), και παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (2.6):

Πίνακας 2.6: Κωδικοί οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν για τις πειραματικές σειρές του πειράματος

Πειραματική σειρά	Κωδικός
1	A23
2	A13
3	A21
4	A11
5	Δ23
6	Δ13
7	Δ21
8	Δ11

Η τροφή που χρησιμοποιήθηκε ήταν ορνιθοτροφή πρώτης ηλικίας καλά αλεσμένη, αναμειγμένη με 25% ανθρακικό ασβέστιο και παρεχόταν στα ζώα ανά 2 ημέρες σε αφθονία (*ad libidum*). Η συχνότητα παροχής τροφής βασίστηκε σε πειράματα που έλαβαν χώρα στο εργαστήριο Σαλιγκαροτροφίας του Τμήματος (Theodorou et al., 2016; Θεοδώρου, 2018). Η συνολική ποσότητα τροφής που χρησιμοποιήθηκε τους δύο μήνες που διήρκησε το πείραμα και για τα δυο συστήματα εκτροφής ήταν 10,64 για τα σαλιγκάρια της ηλικίας 3μ και 6,72 Kg για τα ζώα ηλικίας 1μ.

Η λειτουργία του συστήματος υδρονέφωσης ξεκινούσε καθημερινά στις 19:00 και διαρκούσε 30 λεπτά. Η ώρα έναρξης μετακινήθηκε νωρίτερα στις 18:00 τον Οκτώβριο λόγω της μικρότερης διάρκειας ημέρας. Τις ημέρες με βροχή, το σύστημα

υδρονέφωσης δεν λειτουργούσε. Καθημερινά μετριόταν τα νεκρά σαλιγκάρια και αφαιρούνταν από το εκτροφείο.

2.3.6. Διαδικασία δειγματοληψίας

Οι δειγματοληψίες πραγματοποιούνταν εβδομαδιαίως, πρωινή ώρα πριν την παροχή τροφής. Οι ημερομηνίες δειγματοληψίας παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.7.

Πίνακας 2.7: Χρονοδιάγραμμα και μετρήσεις ανά δειγματοληψία.

Εβδομάδα Πειράματος	Ημερομηνία	Μετρήσεις	Παρασιτολογική εξέταση
	12 Σεπτεμβρίου 2019	Έναρξη πειράματος – Μεταφορά Σαλιγκαριών	Συλλογή κοπράνων
1 ^η	20 Σεπτεμβρίου	Βάρος - Διάμετρος	
2 ^η	27 Σεπτεμβρίου	Βάρος - Διάμετρος	Συλλογή κοπράνων
3 ^η	4 Οκτωβρίου	Βάρος - Διάμετρος	
4 ^η	11 Οκτωβρίου	Βάρος - Διάμετρος	Συλλογή κοπράνων
5 ^η	18 Οκτωβρίου	Βάρος - Διάμετρος	
6 ^η	25 Οκτωβρίου	Βάρος - Διάμετρος	Συλλογή κοπράνων
7 ^η	1 Νοεμβρίου	Βάρος - Διάμετρος	Συλλογή κοπράνων
8 ^η	8 Νοεμβρίου 2019	Λήξη Πειράματος – Συλλογή σαλιγκαριών	Ανατομή

Σε κάθε δειγματοληψία συλλέγονταν 30 σαλιγκάρια ανά πειραματική σειρά. Σε αυτά πραγματοποιήθηκε ατομική ζύγιση νωπού βάρους και μέτρηση μεγάλης διαμέτρου του κελύφους, ενώ σημειώθηκε εάν το ζώο ενηλικιώθηκε ή όχι, με βάση το γύρισμα στο χείλος του περιστομίου. Όταν τα σαλιγκάρια ωριμάσουν γεννητικά, σταματάει η αύξηση του κελύφους και το χείλος του περιστομίου γυρίζει.

Στο τέλος του πειράματος (8/11/2019) συλλέχθηκαν επίσης 30 σαλιγκάρια/πειραματική σειρά. Πραγματοποιήθηκε ατομικό ζύγισμα, μέτρηση διαμέτρου και σημειώθηκε ο αριθμός των ενηλίκων όπως και τις προηγούμενες φορές. Επιπλέον, αποκελυφώθηκαν και μετρήθηκε ξεχωριστά το καθαρό βάρος της σπλαχνικής μάζας, της κεφαλοποδικής μάζας και του κελύφους.

2.3.7. Δείκτες εκτροφής

Οι δείκτες εκτροφής οι οποίοι υπολογίστηκαν για κάθε πειραματική σειρά για την αξιολόγηση των δύο συστημάτων εκτροφής είναι:

1. Η θνησιμότητα

- Συνολική: Συνολικός αριθμός νεκρών σαλιγκαριών * 100/Αρχικός αριθμός ζώων
- Εβδομαδιαία: Εβδομαδιαίος αριθμός νεκρών σαλιγκαριών * 100/Συνολικό αριθμό σαλιγκαριών

2. Η συνολική παραγωγή (Kg νωπών σαλιγκαριών /m²). Η παραγωγή (kg/m²) για τους μήνες λειτουργίας του εκτροφείου (Σεπτέμβριος - Νοέμβριος) υπολογίστηκε για κάθε πειραματική σειρά με τον παρακάτω τύπο:

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

Η συγκεκριμένη παράμετρος, υπολογιζόταν τόσο ανά εβδομάδα ανά πειραματική σειρά, όσο και στο τέλος του πειράματος.

3. Το ποσοστό εμπορεύσιμων σαλιγκαριών (με κριτήριο το νωπό βάρος του σαλιγκαριού αμέσως μετά την συλλογή) σε συνάρτηση με το χρόνο εκτροφής. Το βάρος που θέσαμε σαν όριο για το είδος *Cornu aspersum maximum* ήταν >12g και προήλθε από την αντίστοιχη τιμή που λάβαμε από του σαλιγκαροτρόφους στα ερωτηματολόγια για αυτό το είδος (Κεφάλαιο 2.1.4)

4. Ο αριθμός σαλιγκαριών ανά kg, δηλαδή ο αριθμός των εμπορεύσιμων ζώων που αντιστοιχούν σε ένα (1) κιλό, όπως έχει περιγραφεί στο Κεφάλαιο 2.1.4

5. Ο μέσος ρυθμός ανάπτυξης του σωματικού βάρους (gr / ημέρα / σαλιγκάρι).

Υπολογίστηκε ως εξής:

- Τελικό μέσο βάρος – Αρχικό μέσο βάρος / Διάρκεια πάχυνσης σε ημέρες

Στα αποτελέσματα παρουσιάζεται ο μέσος ημερήσιος ρυθμός αύξησης για κάθε εβδομάδα (1 τιμή / εβδομάδα / πειραματική σειρά) καθώς και ο συνολικός ρυθμός (56 ημέρες) για κάθε πειραματική σειρά του πειράματος.

6. Ο χρόνος ενηλικίωσης (ημέρες που απαιτήθηκαν ώστε τουλάχιστον το 50% των σαλιγκαριών ανά πειραματική σειρά να αποκτήσει γυρισμένο περιστόμιο). Η παράμετρος αυτή εκτιμήθηκε με την παρατήρηση του περιστομίου των σαλιγκαριών που συλλέγονταν σε κάθε δειγματοληψία για κάθε πειραματική σειρά (N = 30 / πειραματική σειρά). Τα γαστερόποδα τα οποία είχαν γυρισμένο περιστόμιο σημειώνονταν ως ενήλικα.

7. Το ποσοστό του βάρους του ποδιού (φιλέτο) ως προς το υπόλοιπο σώμα του σαλιγκαριού (σπλάχνα - κέλυφος)

8. Το πιθανό ακαθάριστο εισόδημα της κάθε πειραματικής σειράς με τον εξής τύπο:

Ακαθάριστο Εισόδημα [Τιμή πώλησης (5€/Kg) x συνολική παραγωγή]

2.3.8. Παρασιτολογική εξέταση

Κατά την διάρκεια του πειράματος συλλέγονταν κόπρανα (Πίνακας 2.5) από κάθε πειραματική σειρά (κάθε 2 εβδομάδες, 5 δειγματοληψίες). Τα δείγματα αυτά εξετάζονταν για τον προσδιορισμό του αριθμού των αυγών των γαστρεντερικών

παρασίτων ανά γραμμάριο κοπράνων (τροποποιημένη μέθοδος McMaster, Rinaldi et al., 2011). Επιπροσθέτως, με την λήξη του πειράματος, για τα ενήλικα παράσιτα έγινε ανατομή 20 σαλιγκαριών από κάθε μία από τις πειραματικές σειρές, αφού προηγουμένως καταγράφηκε ατομικά το βάρος και η διάμετρος του κελύφους και εξετάστηκαν χωριστά η κεφαλοποδική μάζα (πόδι μυς), το έντερο και ο πεπτικός αδένας (ηπατοπάγκρεας). Η εξέταση των οργάνων/ιστών των γαστεροπόδων πραγματοποιήθηκε σε μικροσκόπιο και αφορούσε την ανεύρεση εξελκτικών σταδίων νηματωδών και τρηματωδών παρασίτων. Τα αποτελέσματα αυτού του ελέγχου αποτέλεσαν δείκτες ευζωίας της μονάδας εκτροφής, καθώς αποτυπώθηκε η επίδραση των διαφορετικών πυκνοτήτων αλλά και των δύο συστημάτων στην εξάπλωση των παρασίτων στα εκτρεφόμενα σαλιγκάρια.

2.3.9. Στατιστική επεξεργασία

Η στατιστική επεξεργασία έγινε μέσω του προγράμματος SPSS 20® software (SPSS Inc., Chicago, IL). Η κανονικότητα των μεταβλητών ελέγχθηκε με τον υπολογισμό της λανθάνουσας τάσης (skewness) σε υπολογιστικά φύλλα του Microsoft Excel (Zar, 2007; Χάλκος, 2011).

Προκειμένου να μελετηθεί η επίδραση του συστήματος εκτροφής, χρησιμοποιήθηκε ανάλυση παλινδρόμησης (Regression analysis) για όλους τους βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες, όπως: οι μικροκλιματικές συνθήκες που υπάρχουν εντός του δικτυοκηπίου σε σχέση με την ανοιχτή εκτροφή (μέση θερμοκρασία αέρα, η σχετική υγρασία), το νωπό βάρος των σαλιγκαριών, η διάμετρος του κελύφους, το ποσοστό θνησιμότητας, το ποσοστό ενηλικίωσης (Κεφ. 2.3.7).

Η διμερής συσχέτιση Pearson (bivariate Pearson Correlation) χρησιμοποιήθηκε στα δεδομένα από τον παρασιτικό έλεγχο των σαλιγκαριών (αριθμός προνυμφών και ενήλικων παρασίτων) καθώς και για τα αποτελέσματα από την παρασιτολογική

εξέταση των κοπράνων (EPG). Η ίδια στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε για την διερεύνηση της επιρροή των αβιοτικών συνθηκών (μέση θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία) στην εξάπλωση των αυγών και των ενήλικων παρασίτων, καθώς και στα παραγωγικά χαρακτηριστικά της εκτροφής σαλιγκαριών (συνολική παραγωγή, ρυθμός αύξησης, μέσο νωπό βάρος, μέση διάμετρος, ποσοστό εμπορεύσιμων σαλιγκαριών, ποσοστό ενήλικων σαλιγκαριών, ποσοστό θνησιμότητας).

Οι μεταβλητές (μέσο βάρος, βιομάζα/m², ρυθμός αύξησης, θνησιμότητα, ποσοστό εμπορεύσιμων σαλιγκαριών/Kg) υποβλήθηκαν σε ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) σε επίπεδο σημαντικότητας $p = 0,05$ για την ύπαρξη στατιστικά σημαντικής διαφοράς ανάμεσα στις πειραματικές σειρές (Γαλλίδης, 2012; Σιάφακας, 2019).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Διερεύνηση της βιωσιμότητας και διαχείριση των συστημάτων εκτροφής σαλιγκαριών στην Ελλάδα

Στην πρώτη (1^η) ενότητα του Κεφαλαίου 3, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της διεξοδικής ανάλυσης των εμπορικών εκτροφείων σαλιγκαριών στην Ελλάδα. Περιγράφονται τα συστήματα εκτροφής και τα διαρθρωτικά και διοικητικά χαρακτηριστικά των εκμεταλλεύσεων όσον αφορά τον εκτροφέα (ηλικία, εμπειρία, εκτιμώμενο εισόδημα), την μονάδα εκτροφής (υψόμετρο, έκταση, ωφέλιμη επιφάνεια, διάρκεια λειτουργίας) και παραγωγικοί δείκτες όπως η παραγωγή ανά ωφέλιμη επιφάνεια ανά έτος, ο αριθμός εμπορεύσιμων σαλιγκαριών ανά κιλό ο ρυθμός αύξησης τους ανά ημέρα. Επιπλέον, αξιολογήθηκαν οι επιπτώσεις διαφόρων παραμέτρων (μέθοδοι εκτροφής, περιοχή, εκτρεφόμενο είδος και τύπος υποστρώματος).

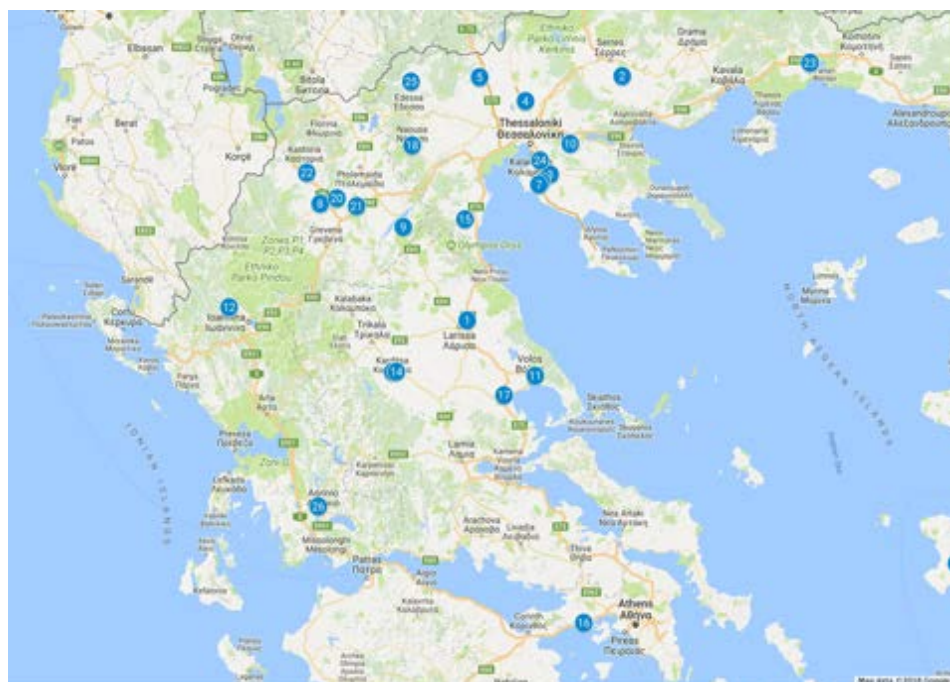
3.1.1. Χαρακτηριστικά των εκμεταλλεύσεων σαλιγκαριών

Μελετήθηκαν συνολικά 29 εκτροφεία σαλιγκαριών τα οποία κατανέμονται σε 6 περιοχές στην Κεντρική και Δυτική Μακεδονία, Θεσσαλία, Θράκη, Δυτική Ελλάδα, Αττική και Νησιά Βορείου Αιγαίου. Στον πίνακα 3.1 παρουσιάζεται το ποσοστό των μονάδων ανά γεωγραφική περιοχή καθώς και το είδος των σαλιγκαριών που εκτρέφονται.

Πίνακας 3.1: Ποσοστό εκμεταλλεύσεων της έρευνας ανά περιοχή και είδος εκτρεφόμενων σαλιγκαριών)

Περιοχή	N (%)	Είδος εκτρεφόμενων σαλιγκαριών (αριθμός μονάδων)
Κεντρική Μακεδονία	11 (39%)	Cornu aspersum maximum (10) /Cornu aspersum (1)
Δυτική Μακεδονία	6 (20%)	Cornu aspersum maximum (6)
Θεσσαλία	6 (20%)	Cornu aspersum maximum (4) /Cornu aspersum (2)

Θράκη	2 (7%)	Cornu aspersum maximum (2)
Δυτική Ελλάδα	2 (7%)	Cornu aspersum maximum (2)
Αττική – Νησιά Β. Αιγαίου	2 (7%)	Cornu aspersum maximum (1) /Cornu aspersum (1)



Εικόνα 3.1 Χάρτης των περιοχών όπου είναι εγκατεστημένες οι μονάδες εκτροφής σαλιγκαριών της έρευνας

Από τις 29 εκμεταλλεύσεις που συμμετείχαν στην έρευνα, το μεγαλύτερο ποσοστό (86%) εκτρέφει το είδος *Cornu aspersum maximum* ενώ λίγες εκμεταλλεύσεις (7%) εκτρέφουν το *Cornu aspersum aspersum*. Ακόμα, υπάρχει ένα μικρό ποσοστό (7%) που εκτρέφει και τα δύο (2) είδη (*Cornu aspersum maximum*, *Cornu aspersum aspersum*) (Πίνακας 3.1).

Το 39% των εκμεταλλεύσεων της έρευνας δραστηριοποιούνται στην Κεντρική Μακεδονία (Πίνακας 3.1). Η μονάδα που είναι εγκατεστημένη στο υψηλότερο υψόμετρο (759 m, Πίνακας 3.2) ήταν στην περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας (Κοζάνη),

ενώ στην Δυτική Ελλάδα, μονάδα βρίσκεται στο επίπεδο της θάλασσας (μηδενικό υψόμετρο).

Προφίλ παραγωγού

Το μεγαλύτερο ποσοστό των σαλιγκαροτρόφων είναι άνδρες (83%), ενώ οι περισσότεροι ανήκουν στην ηλικιακή ομάδα 30-40 ετών (45%). Η εμπειρία των εκτροφέων σαλιγκαριών κυμαινόταν στα τέσσερα (4) με πέντε (5) χρόνια (57%). Το 17% είχαν εμπειρία μικρότερη των τριών (3) ετών, ενώ το 27% έχουν μεγαλύτερη των έξι (6) ετών. Η εκτροφή σαλιγκαριών δεν αποτελεί την μοναδική πηγή εισοδήματός τους, καθώς σε συντριπτικό ποσοστό (87%) έχουν και δεύτερο επάγγελμα (Πίνακας 3.2). Τέλος όσον αφορά το επίπεδο εκπαίδευσης, το μεγαλύτερο ποσοστό παραγωγών έχουν αποκτήσει πτυχίο ιδρύματος (ΑΕΙ - ΤΕΙ) τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (77%), ενώ οι υπόλοιποι έλαβαν μέση εκπαίδευση (δευτεροβάθμια).

Πίνακας 3.2: Διαρθρωτικά και παραγωγικά χαρακτηριστικά των 29 εκμεταλλεύσεων σαλιγκαριών της έρευνας (μέσος όρος, τυπικό σφάλμα, τυπική απόκλιση, ελάχιστο, διάμεσος, μέγιστο).

Μεταβλητές	Αριθμός	Μ. όρος	Τυπ. Σφάλμα	Τυπ. απόκλιση	Ελ.	Διάμεσος	Μεγ.
Εμπειρία Εκτροφέα (έτη)	29	4,83	0,43	2,32	1	5	13
Ηλικία εκτροφέα (έτη)	29	44,14	1,63	8,77	31	45	60
Ρυθμός αύξησης (gr/ημέρα/σαλιγκάρι)	29	0,11	0,007	0,04	0,059	0,096	0,193
Αριθμός εμπορεύσιμων σαλιγκαριών/Kg	29	79,51	3,98	21,43	54,41	75,30	168,07
Αριθμός σαλιγκαριών (ετήσιο)	29	138.043	40.046	215.654	8.636	75.851	1.120.381
Μέσος βάρος σαλιγκαριών (gr)	29	13,13	0,48	2,58	5,95	13,28	18,38
Ποσοστό θνησιμότητας	19	22,1	19,2	10,4	3	25	50
Υψόμετρο (m)	29	223,8	46,4	249,7	0	108	759
Έκταση μονάδας (m ²)	29	3.838	839	4.518	500	1500	16.000
Ωφέλιμη επιφάνεια (m ²)	29	2.593	530	2.853	350	1.200	10.500
Διάρκεια λειτουργίας (μήνες)	29	8	0,291	1,566	4	8	10
Διάρκεια αναπαραγωγικής περιόδου (ημέρες)	29	158,28	5,75	30,95	120	150	210
Διάρκεια εκτροφής (ημέρες)	29	241,52	8,69	46,78	120	240	270
Ποσότητα Σιτηρεσίου (Kg/έτος)	25	1.628,86	404,15	2.194,84	100	915	10.000
Χρήση συστήματος δροσισμού (λεπτά/ημέρα)	29	22,07	1,7	9,15	6	20	45
Ποσοστό σκίασης (%)	17	72,94	2,539	10,467	50	70	90

Συνολική παραγωγή (Kg/έτος)	29	1.597	375	2.018	100	1.000	10.005
Παραγωγικότητα (Kg/m²/έτος)	29	0,829	0,185	0,996	0,035	0,400	4,435
Παραγωγή/Ωφέλιμη επιφάνεια (Kg/m²/έτος)	29	1,148	0,264	1,420	0,058	0,583	6,154
Εκτιμώμενο Εισόδημα (€/έτος)	29	7.281	1.839	9.903	500	3.750	50.000

Έκταση μονάδων εκτροφής

Η μέση έκταση των μονάδων εκτροφής της έρευνας, έφτασε τα 3.838 m² με μέγιστη τιμή τα 16.000 m² και ελάχιστο τα 500 m². Η μέση έκταση αποτελείται από 2.593 m² ωφέλιμης επιφάνειας και 1.250 m² βοηθητικών χώρων.

Διαμόρφωση του χώρου εκτροφής

Σαν υπόστρωμα στα εκτροφεία χρησιμοποιείται έδαφος με παρουσία καλλιεργούμενων πλατύφυλλων φυτών, χαλίκι αλλά και έδαφος. Πολλοί εκτροφείς όμως, (27%) καλλιεργούν τριφύλλι το οποίο βοηθά στην διατήρηση της υγρασίας αλλά δεν αποτελεί τροφή για τα σαλιγκάρια. Από αυτούς οι περισσότεροι έχουν ανοιχτό εκτροφείο (75%), ενώ οι υπόλοιποι διχτυοκήπιο.

Το 23% των εκτροφέων δεν διαθέτει καταφύγια ώστε να προστατεύονται και να συγκεντρώνονται τα σαλιγκάρια ενώ οι υπόλοιποι διαθέτουν ξύλινα. Συνήθως χρησιμοποιούνται επιμήκη ξύλα ανυψωμένα στα 50 – 60 εκ. (Εικόνα 3.2) ή παλέτες διασκορπισμένες ανάμεσα στα καλλιεργημένα φυτά.

Το ποσοστό ωφέλιμης επιφάνειας ποικίλλει: από 50% έως 90% στις σαλιγκαροτροφικές εκμεταλλεύσεις. Στα διχτυοκήπια το ποσοστό αυτό είναι μεγαλύτερο (μέσος όρος: 81%) ενώ στις ανοιχτές εκτροφές είναι πολύ χαμηλότερο (67%). Το υπόλοιπο ποσοστό περιλαμβάνει τους διαδρόμους, καθώς και χώρους εντός της εκτροφής όπου τοποθετούνται εργαλεία ή και αγροτικά μηχανήματα.



Εικόνα 3.2 Εκτροφείο με παρουσία πλατύφυλλων φυτών και καταφύγια

Άρδευση

Το 60% των εκτροφείων προμηθεύεται το νερό που χρειάζεται για την διατήρηση της υγρασίας μέσω γεώτρησης, ενώ το υπόλοιπο 40% μέσω του δικτύου της εκάστοτε περιοχής. Ο δροσισμός επιτυγχάνεται μέσω ψεκασμού με υδρονέφωση χαμηλής πίεσης (97%) ενώ βρέθηκαν και συστήματα υψηλής πίεσης (3%). Η συνηθέστερη διάρκεια ψεκασμού κυμαίνεται από 15-30 λεπτά (60%). Το 17% προσαρμόζει την διάρκεια ανάλογα με την εποχή, ενώ το 13% ψεκάζει τουλάχιστον 40 λεπτά.

Στάδια Εκτροφής

Τα στάδια εκτροφής (Χατζηγιάννου και Στάικου, 2015) που ακολουθούνται ανεξαρτήτως του τύπου της εκμετάλλευσης είναι τα ακόλουθα:

1. Μάρτιος - Απρίλιος: Τοποθέτηση των σαλιγκαριών (γεννήτορες) που έχουν διατηρηθεί σε νάρκη από τον εκτροφέα (80%). Οι υπόλοιποι παραγωγοί (20%) προμηθεύονται γεννήτορες από άλλες εκτροφές στην Ελλάδα ή το εξωτερικό. Οι γεννήτορες χρειάζονται ένα χρονικό διάστημα μίας (1) ή δύο (2) εβδομάδων

για να προσαρμοστούν στο εκτροφείο. Κατά το διάστημα αυτό πιθανόν να εμφανιστεί αυξημένο ποσοστό θνησιμότητας.

2. Απρίλιος – Ιούνιος: Αναπαραγωγή γεννητόρων, ωαποθέσεις, επώαση και εκκόλαψη αυγών. Στο όλο το διάστημα συνεχίζεται η αναπαραγωγική διαδικασία και έχουμε συνεχώς ωαποθέσεις ενώ παρατηρείται από τους εκτροφείς γόνος κυρίως στα πλατύφυλλα φυτά. Σε αυτήν την περίοδο γίνεται και η αγορά γόνου από κάποιους παραγωγούς. Στις μικτές εκτροφές, τα 2 πρώτα στάδια γίνονται σε ελεγχόμενες συνθήκες σε κάποιον κλειστό χώρο – εργαστήριο με πολύ υψηλότερο ποσοστό επώασης (έως 90%). Έτσι ο εκτροφέας δύναται να ξεκινήσει τον κύκλο εκτροφής νωρίτερα (Φεβρουάριος) με , ώστε να έχει πολύ υψηλό ποσοστό εμπορεύσιμων σαλιγκαριών τόσο τους θερινούς μήνες (Ιούνιο - Ιούλιο) όσο και κατά την λήξη της περιόδου (Νοέμβριο.)
3. Ιούνιος – Νοέμβριος: Πάχυνση γόνου. Το στάδιο αυτό συνεχίζεται μέχρι την λήξη σχεδόν της λειτουργίας του εκτροφείου, όταν και η γίνεται η συγκομιδή. Όμως, στις εντατικές και ημι-εντατικές εκτροφές (διχτυοκήπια, μικτές εκτροφές) μεγάλο ποσοστό ζώων φτάνει στο εμπορεύσιμο μέγεθος από τον 5ο μήνα εκτροφής (Ιούλιος). Σε αυτήν τη περίπτωση ο σαλιγκαροτρόφος συλλέγει τα σαλιγκάρια αυτά για πώληση και αφήνει τον γόνο για πάχυνση. Σε ανοιχτές εκτροφές, σε περιοχές με υψηλή θερμοκρασία και χαμηλή υγρασία, τα σαλιγκάρια πολύ συχνά πέφτουν σε νάρκη κατά τους μήνες Ιούνιο - Αύγουστο.
4. Νοέμβριος: Συγκομιδή εμπορεύσιμων σαλιγκαριών. Η συγκομιδή των ζώων που έχουν φτάσει στο εμπορεύσιμο μέγεθος γίνεται κυρίως τον Νοέμβριο σε όλες τις μεθόδους εκτροφής. Κατά τη συγκομιδή επιλέγονται μόνο τα ζωντανά

σαλιγκάρια και πρέπει να προτιμώνται ιδιαίτερα τα ενεργά σαλιγκάρια, που αποτελούν δείγμα εύρωστου οργανισμού. Η συγκομιδή απαιτεί χρόνο, γίνεται με το χέρι και με ιδιαίτερη προσοχή. Κατά τη συγκομιδή δεν επιλέγονται τα σαλιγκάρια που δεν έχουν ολοκληρώσει την αύξηση του κελύφους και αυτό παραμένει λεπτό και εύθραυστο στο άκρο (περιστόμιο) του.

Κατόπιν τα σαλιγκάρια πωλούνται νωπά, μεταποιούνται ή αποθηκεύονται αφού πραγματοποιηθεί η εξής διαδικασία:

- i. Στέγνωμα: Τα ζώα εισάγονται σταδιακά σε συνθήκες διάπαυσης. Σιτίζονται αρχικά με καλαμποκάλευρο ή πίτουρο για αρκετές μέρες, οπότε καθαρίζει το πεπτικό τους σύστημα.
- ii. Νάρκη Φυσικό περιβάλλον με συνθήκες: υγρασία < 30%, θερμοκρασία 20°C και εξαερισμό. Ο γόνος καθώς και ένα ποσοστό γεννητόρων (όσα δεν πωληθούν) παραμένουν σε νάρκη μέχρι την έναρξη της επόμενης περιόδου για να προστατευτούν από τις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα.

Πολλοί εκτροφείς (53%) στην έναρξη του κύκλου εκτροφής, τοποθετούν στο ίδιο διάστημα με τους γεννήτορες και γόνο (βάρους 1-1,5gr τα ζώα όταν τοποθετούνται στο εκτροφείο) για πάχυνση ώστε να συλλέξουν εμπορεύσιμα ζώα και τους καλοκαιρινούς μήνες.

Διάρκεια λειτουργίας εκτροφείου

Η διάρκεια λειτουργίας ενός εκτροφείου, αφορά το διάστημα από την στιγμή ο εκτροφέας έχει προετοιμάσει τον χώρο για την μεταφορά των σαλιγκαριών και διαρκεί ώσπου να συλλεχθούν για πώληση.

Στην Ελλάδα η έναρξη της λειτουργίας των περισσότερων εκμεταλλεύσεων που συμμετείχαν στην έρευνα τοποθετείται τον μήνα Μάρτιο (47%) και η περίοδος συγκομιδής το Νοέμβριο (53%) (Εικόνες 3.3 και 3.4). Αρκετοί είναι οι παραγωγοί που ξεκινούν την λειτουργία τον Απρίλιο (30%), ενώ σημαντικό ποσοστό συλλέγει τα ζώα τον Οκτώβριο (30%). Το υπόλοιπο διάστημα, τα σαλιγκάρια αποθηκεύονται για να περάσουν στην κατάσταση της χειμερίας νάρκης σε αποθήκες (93%), είτε σε ειδικά διαμορφωμένους ψυκτικούς θαλάμους (7%). Σε μονάδες στην Νότια Ελλάδα (Αττική), λόγω του ήπιου χειμώνα η τοποθέτηση των σαλιγκαριών στα εκτροφεία γίνεται το Φεβρουάριο και συνεχίζει ως τα τέλη Νοεμβρίου. Αντίστοιχα σε περιοχές της Βόρειας Ελλάδος (Θράκη) η εκτροφή σαλιγκαριών ξεκινάει τον Απρίλιο ή και τον Μάιο (Εικόνες 3.3 και 3.4). Κατά μέσο όρο η διάρκεια λειτουργίας υπερέβη την περίοδο των 8 μηνών (> 240 ημέρες).

Καλλιεργητικές Φροντίδες

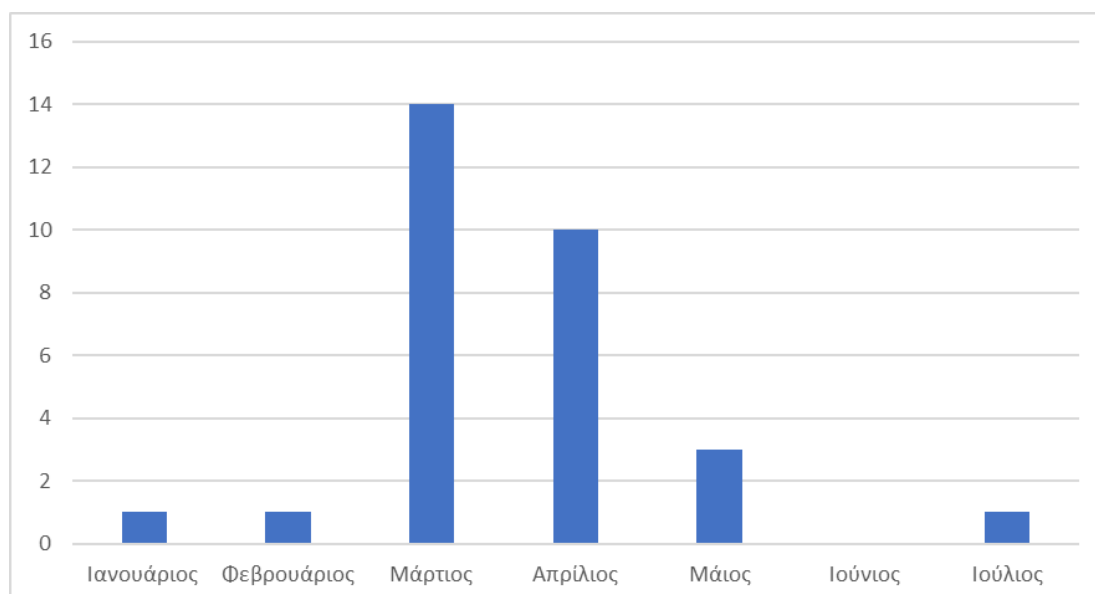
Πριν ξεκινήσει η λειτουργία του εκτροφείου, ο εκτροφέας πραγματοποιεί εντός του χώρου αγροτικές εργασίες. Στην έρευνά μας διαπιστώθηκε πως το 37% των παραγωγών οργώνει τον χώρο κάθε χρόνο, ενώ το 60% φρεζάρει. Ακόμα, το 63% προχωράει σε απολύμανση. Τέλος, μόλις το 27% λιπαίνει το έδαφος του εκτροφείου και ανοίγει αυλάκια αποστράγγισης ώστε να φεύγει το νερό σε περίπτωση βλάβης του συστήματος ψεκασμού ή σε ισχυρή βροχόπτωση.

Το 70% των παραγωγών έχει κάνει έλεγχο της ποιότητάς του νερού άρδευσης. Οι υπόλοιποι εκτροφείς (30%), βασίζονται στο γεγονός ότι προέρχεται από το δίκτυο της περιοχής τους (67%). Τα αποτελέσματα των μονάδων που προέβησαν σε έλεγχο νερού έδειξαν σε μικρό ποσοστό (9,5%) παρουσία του βακτηρίου *E. coli*.

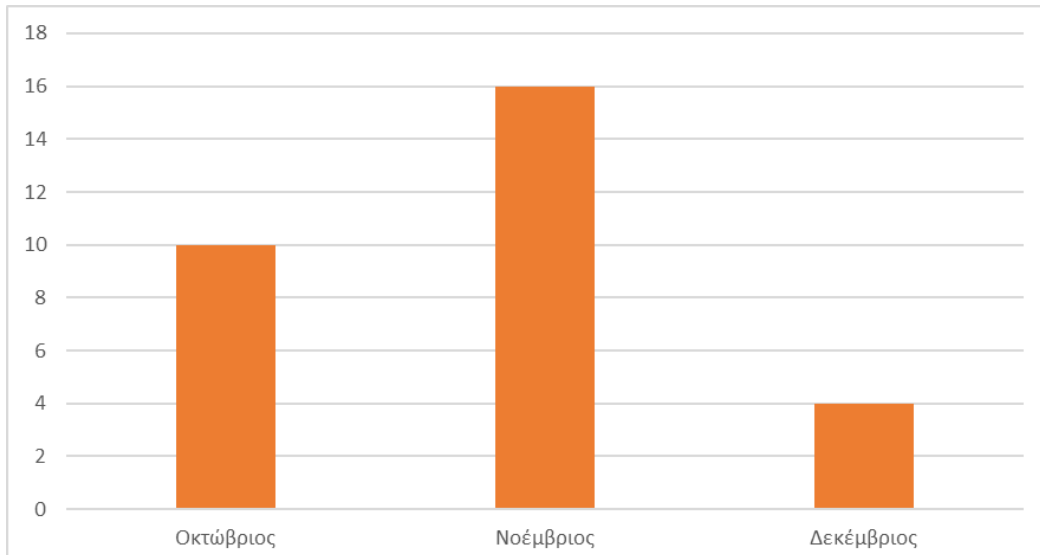
Επιπλέον, ένα μεγάλο ποσοστό (58%), απολυμαίνει τον χώρο πριν την έναρξη λειτουργίας αλλά το 73% των εκτροφέων δεν ψεκάζουν με ζιζανιοκτόνα. Τέλος στην πλειοψηφία των μονάδων (63%) δεν γίνεται μυοκτονία.

Περίοδος αναπαραγωγής

Στην πλειονότητα των εκτροφείων οι παραγωγοί παρατήρησαν τα πρώτα ζευγαρώματα μετά από τρεις (3) μήνες (37%) από την τοποθέτηση των γεννητόρων. Το 30% δήλωσε πως η αναπαραγωγική περίοδος ξεκίνησε από έναν (1) έως δύο (2) μήνες μετά την έναρξη λειτουργίας (δηλαδή την τοποθέτηση των γεννητόρων στα διαμερίσματα), ενώ το υπόλοιπο 30% παρατήρησε ζευγαρώματα μέχρι και έξι (6) μήνες μετά. Η μέση διάρκεια κατά την οποία παρατηρείται αναπαραγωγή στις εκμεταλλεύσεις είναι 153 ημέρες.



Εικόνα 3.3 Μήνες έναρξης λειτουργίας των μονάδων εκτροφής σαλιγκαριών στην Ελλάδα



Εικόνα 3.4 Μήνες συλλογής εκτρεφόμενων σαλιγκαριών (29 εκμεταλλεύσεις για το έτος εκτροφής 2017)



Εικόνα 3.5 Διχτυοκήπιο εκτροφής σαλιγκαριών (Σουρωτή)



Εικόνα 3.6 Μονάδα ανοιχτής εκτροφής (Κονταριώτισσα)

Διατροφή

Τα αποξηραμένα σιτηρέσια (εμπορικά ή ιδιοπαρασκευής) αποτελούνται κυρίως από άλευρο καλαμποκιού και άλλων δημητριακών καρπών όπως σιτάρι. Επιπλέον προστίθενται βιταμίνες και ιχνοστοιχεία και ανθρακικό ασβέστιο. Η παροχή σιτηρεσίου γίνεται καθημερινά στις περισσότερες μονάδες (50%), κάθε δεύτερη ημέρα στο 37% ενώ στις υπόλοιπες κάθε τρεις (3) ημέρες (7%) ή και μόλις μία (1) φορά την εβδομάδα (3%). Όταν η σίτιση γίνεται μόνο με φυτά τα είδη που χρησιμοποιούνται κυρίως είναι κατά κύριο λόγο πλατύφυλλα λαχανικά (σέσκουλο, ραδίκι, παζί) αλλά και ηλίανθος.

Παραγωγικοί δείκτες

Για την αξιολόγηση της παραγωγικότητας ανά κύκλο εκτροφής και των συστημάτων εκτροφής σχεδιάστηκαν και προσαρμόστηκαν οι ακόλουθοι παραγωγικοί δείκτες.

1. Ετήσια Παραγωγή

Η μέση παραγωγή των 29 εκτροφείων, ήταν τα 1597 kg νωπών σαλιγκαριών/έτος/εκτροφείο. Η μεγαλύτερη τιμή έφτανε τα 10000 Kg/έτος/εκτροφείο ενώ η μικρότερη μόλις τα 100 kg/έτος/εκτροφείο (Πίνακας 3.2).

2. Παραγωγή ανά m^2

Η μέση παραγωγή των εκτροφείων έφτανε τα 0,829 kg/ m^2 . Η μέγιστη τιμή ήταν τα 4,4 kg/ m^2 ενώ η ελάχιστη 0,035 kg/ m^2 (Πίνακας 3.2).

3. Παραγωγικότητα ανά ωφέλιμη επιφάνεια

Η μέση παραγωγή ανά ωφέλιμη επιφάνεια ήταν 1,15 kg / m^2 . Ο δείκτης αυτός δίνει ακριβέστερα την φόρτιση μιας σαλιγκαροτροφικής εκμετάλλευσης καθώς δεν λαμβάνει υπόψιν τις «κενές» από σαλιγκάρια περιοχές.

4. Αριθμός εμπορεύσιμων σαλιγκαριών ανά κιλό

Στην έρευνά μας ο δείκτης ήταν 79,51 σαλιγκάρια ανά κιλό. Η υψηλότερη τιμή έφτασε τα 168 σαλιγκάρια ανά κιλό για ζώα του είδους *Cornu aspersum aspersum*. Για τα γαστερόποδα του είδους *Cornu aspersum maximum* η αντίστοιχη τιμή ήταν 103 σαλιγκάρια/kg. Οι χαμηλότερες τιμές ήταν αντίστοιχα: 83 (*Cornu aspersum aspersum*) και 54 σαλιγκάρια/kg (*Cornu aspersum maximum*).

5. Ρυθμός αύξησης

Η μέση τιμή ρυθμού αύξησης στις σαλιγκαροτροφικές εκμεταλλεύσεις που έλαβαν μέρος στην έρευνά μας ήταν 0,11 gr/ημέρα/σαλιγκάρι. Ο μικρότερος ρυθμός αύξησης (0,06 gr/ημέρα/σαλιγκάρι) παρατηρήθηκε σε ανοιχτή εκτροφή στην περιοχή της Θεσσαλίας. Εκτρέφονται ζώα του είδους *Cornu aspersum aspersum* και δεν παρέχεται σιτηρέσιο. Αντίθετα, ο υψηλότερος βρέθηκε σε μικτό σύστημα με ανοιχτή

εκτροφή στην Μακεδονία (0,19 gr/ημέρα/σαλιγκάρι). Το εκτρεφόμενο είδος είναι το *Cornu aspersum maximum* (Πίνακας 3.2).

Ακόμα, για κάθε εκτροφείο, υπολογίστηκε ο χρόνος στον οποίο τα σαλιγκάρια αποκτούν το εμπορεύσιμο μέγεθος και βάρος. Το μέσο διάστημα που απαιτείται ώστε τα σαλιγκάρια να φτάσουν το εμπορεύσιμο μέγεθος είναι 95 ημέρες (από την στιγμή που θα μεταφερθεί ο γόνος στο εκτροφείο)

Οικονομικά Στοιχεία

Το ακαθάριστο εισόδημα των σαλιγκαροτρόφων προέρχεται από την πώληση της παραγωγής είτε σε μορφή νωπού σαλιγκαριού (80%), είτε ως μεταποιημένο (37%) (προβρασμένο, κατεψυγμένο). Ακόμα, υπάρχουν μονάδες στην Ελλάδα που σύμφωνα με τους εκτροφείς που παράγουν και πωλούν κρέμες με βλέννα σαλιγκαριού και χαβιάρι (17%). Κατά μέσο όρο το ετήσιο εισόδημα (2017) μπορεί να φτάσει, εάν πουληθεί όλη η παραγωγή τα 7070€. Το κυριότερο έξοδο μιας εκτροφής αποτελεί η αγορά του σιτηρεσίου καθώς καλύπτει από 50% έως 80% του κόστους. Επίσης σημαντικό ρόλο στα έξοδα καταλαμβάνει και η πληρωμή του προσωπικού. Μόλις το 27% των μονάδων έχει μόνιμο ή προσωρινό εργάτη για την περίοδο της συγκομιδής σαλιγκαριών. Στις εκτροφές αυτές, το 75% του προσωπικού προσλαμβάνονται μόνο την περίοδο εκείνη, ενώ το υπόλοιπο 25% είναι μόνιμο (εργάτης ή γεωπόνος). Επιπλέον, έξοδα αποτελούν οι εργασίες συντήρησης των εγκαταστάσεων (30% ετήσια, 27% κάθε 2 χρόνια και 43% κάθε 3 χρόνια), η αγορά ή συντήρηση αναλωσίμων (δίχτυ, καταφύγια). Ακόμα, θα πρέπει να σημειωθεί και το ποσό που δίνεται από το 53% των παραγωγών για την προστασία του ζωικού κεφαλαίου από εχθρούς και ασθένειες. Τέλος, τα έξοδα για άρδευση και ρεύμα είναι πολύ χαμηλά, κυρίως λόγω το ότι οι

παραγωγοί εντάσσονται σε αγροτικά τιμολόγια. Έτσι το μέσο κόστος λειτουργίας ενός εκτροφείου υπολογίστηκε είναι 5029€.

Συνοψίζοντας, το μέσο ακαθάριστο εισόδημα μιας εκτροφής της έρευνας βρέθηκε στα 2041€/έτος. Οι ανοιχτές εκτροφές, λόγω κυρίως της μεγαλύτερης έκτασής τους παρουσίασαν υψηλότερο μέσο κόστος λειτουργίας (5599€) έναντι των διχτυοκηπίων ή των υπερυψωμένων ενοτήτων (4593€). Αντίστοιχα όμως, εάν πωληθεί όλη η παραγωγή τα έσοδα είναι περισσότερα (8722€ - 5806€) και το περιθώριο κέρδους μεγαλύτερο (3123€ - 1214€).

Κλιματικές συνθήκες

Η μέση θερμοκρασία του αέρα αυτή υπολογίστηκε για το χρονικό διάστημα λειτουργίας της κάθε εκμετάλλευσης την περίοδο δηλαδή που υπήρχαν σαλιγκάρια στη μονάδα.

3.1.2. Ταξινόμηση των συστημάτων εκτροφής σαλιγκαριών στην Ελλάδα

Η παρούσα μελέτη κατέγραψε πέντε (5) κατηγορίες τύπων εκτροφής σαλιγκαριών. Έτσι, συγκεντρώθηκαν και αναλύθηκαν τα δεδομένα σαλιγκαροτροφικών εκμεταλλεύσεων τα οποία ανήκουν σε πέντε (5) συστήματα εκτροφής για το έτος λειτουργίας 2017 με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά (Πίνακας 3.3).

1. Ανοιχτή εκτροφή

Στο ανοιχτό σύστημα όλα τα στάδια εκτροφής (αναπαραγωγή, επώαση αυγών και πάχυνση γόνου) λαμβάνουν χώρα σε περιφραγμένο αγρό κάτω από φυσικές κλιματικές συνθήκες (Εικόνα 3.7).

2. Διχτυοκήπιο

Σε ένα διχτυοκήπιο το μικροκλίμα είναι ημιελεγχόμενο (φωτοπερίοδος, θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία), ενώ τα σαλιγκάρια προστατεύονται από το δίχτυ σκίασης (Εικόνα 3.7).

3. Μικτό σύστημα με ανοιχτή εκτροφή

Τα σαλιγκάρια μπορούν να γεννηθούν και να εκκολαφθούν σε ελεγχόμενο περιβάλλον και στη συνέχεια να μεταφερθούν σε υπαίθρια πάρκα προς πάχυνση (εσωτερική αναπαραγωγή και υπαίθρια πάχυνση).

4. Υπερψωμένες Ενότητες

Η βασική εγκατάσταση είναι ένα επίμηκες κιβώτιο πάνελ με μικρό πλάτος για να εξασφαλιστεί η διαχείριση των σαλιγκαριών. Τα πάνελ είναι γεμάτα από χώμα και φυτά που παρέχουν ένα κατάλληλο περιβάλλον για σαλιγκάρια, ενώ η παροχή νερού εξασφαλίζεται με απλό σύστημα διαβροχής. Η κατασκευή προστατεύεται με ένα δίχτυ σκίασης, το οποίο περιορίζει τη διαφυγή σαλιγκαριών αλλά προστατεύει και από τους θηρευτές. Τέλος, υπάρχουν χωριστά διαμερίσματα για αναπαραγωγή και πάχυνση σαλιγκαριών (Εικόνα 3.7).

5. Μικτό σύστημα με διχτυοκήπιο

Τα σαλιγκάρια μπορούν να γεννηθούν και να εκκολαφθούν σε ελεγχόμενο περιβάλλον και στη συνέχεια να μεταφερθούν σε διχτυοκήπιο για πάχυνση. Αποτελείται από 2 στάδια: α) αναπαραγωγή και εκκόλαψη υπό πλήρως ελεγχόμενες συνθήκες και β) πάχυνση γόνου σε διχτυοκήπιο

Πίνακας 3.3 Περιγραφή των συστημάτων εκτροφής σαλιγκαριών που καταγράφηκαν σε αυτήν την μελέτη.

Σύστημα εκτροφής	N (%)	Εγκαταστάσεις	Στάδια εκτροφής	Εκτρεφόμενο Είδος
Υπερυψωμένες ενότητες	2 (7%)	Επιμήκη, υπερυψωμένα κιβώτια από πάνελ. Ξεχωριστά αναπαραγωγή και πάχυνση	Αναπαραγωγή, επώαση αυγών και πάχυνση γόνου σε ημιφυσικές συνθήκες	<i>C. a. maximum</i>
Διχτυοκήπιο	11 (38%)	Διχτυοκήπιο. Εσωτερικά, ξεχωριστές ενότητες χωρισμένες με δίχτυ	Αναπαραγωγή, επώαση αυγών και πάχυνση γόνου σε ημιφυσικές συνθήκες	<i>C. a. maximum</i> (9 μονάδες), <i>C. a. aspersum</i> (1 μονάδα), Και τα δύο είδη (1 μονάδα)
Μικτό σύστημα με διχτυοκήπιο	3 (10%)	Εκκολαπήριο. Διχτυοκήπιο	Αναπαραγωγή και επώαση αυγών σε ελεγχόμενες συνθήκες. Πάχυνση γόνου σε ημιφυσικές.	<i>C. a. maximum</i>
Ανοιχτή εκτροφή	11 (38%)	Ανοιχτός αγρός. Οι ενότητες χωρίζονται με δίχτυ	Αναπαραγωγή, επώαση αυγών και πάχυνση γόνου σε εξωτερικό χώρο	<i>C. a. maximum</i> (9 μονάδες) <i>C. a. aspersum</i> (1 μονάδα) Και τα δύο είδη (1 μονάδα)
Μικτό σύστημα με ανοιχτή εκτροφή	2 (7%)	Εκκολαπήριο. Ανοιχτός αγρός	Αναπαραγωγή και επώαση αυγών σε ελεγχόμενες συνθήκες. Πάχυνση γόνου σε εξωτερικό χώρο	<i>C. a. maximum</i>

Τα πιο διαδεδομένα συστήματα στην Ελλάδα το 2017 ήταν το διχτυοκήπιο (38%) και η ανοιχτή εκτροφή (38%). Αντίθετα, τα λιγότερο κοινά συστήματα ήταν το μικτό σύστημα με ανοιχτή εκτροφή καθώς και οι υπερυψωμένες ενότητες (7%). Οι εκμεταλλεύσεις ανοιχτού τύπου βρίσκονται κυρίως στη Δυτική Μακεδονία (45%). Τα περισσότερα διχτυοκήπια καταγράφονται στην Κεντρική Μακεδονία (45%), ενώ πολλά λειτουργούν στη Θεσσαλία (27%). Όσον αφορά το υψόμετρο, οι υπερυψωμένες

ενότητες και τα διχτυοκήπια βρίσκονται υψηλότερα σε σχέση με τους άλλους τρεις τύπους (Πίνακας 3.4).

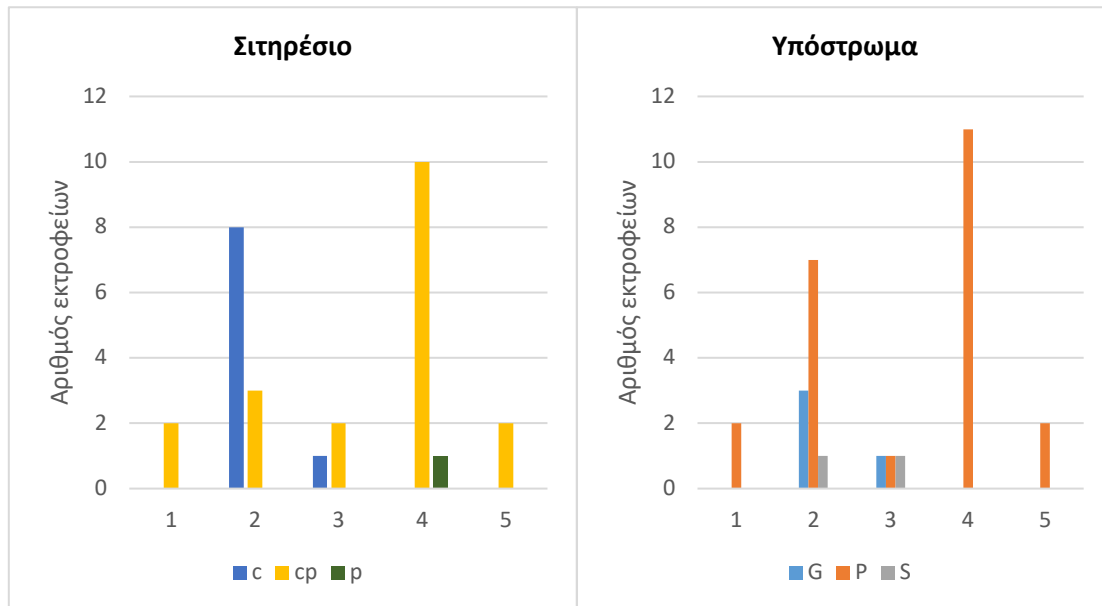
Από τις 29 εκμεταλλεύσεις που ερευνήθηκαν, οι 25 εκτρέφουν το *Cornu aspersum maximum*, ενώ δύο χρησιμοποιούν το *Cornu aspersum aspersum*. Υπάρχουν επίσης δύο εκτροφεία που έχουν και τα δύο είδη (Πίνακας 3.3).



Εικόνα 3.7: Τα συστήματα εκτροφής σαλιγκαριών που καταγράφηκαν σε αυτήν την μελέτη (Διχτυοκήπιο, ανοιχτή εκτροφή, Υπερψωμένες ενότητες).

Ως υπόστρωμα για εκτρεφόμενα σαλιγκάρια, χρησιμοποιήθηκε ως επί το πλείστον έδαφος με καλλιεργημένα πλατύφυλλα φυτά (77%), χαλίκι (13%), ενώ τέλος το υπόλοιπο 10% δεν καλλιεργεί τίποτα στο έδαφος. Το χώμα και το χαλίκι βρέθηκαν μόνο σε διχτυοκήπια ή σε μικτό σύστημα με διχτυοκήπιο (Εικόνα 3.6).

Η σίτιση μόνο με φυτά (σέσκουλο, ραδίκι, παζί και ηλίανθος) εμφανίστηκε σε ένα ανοιχτό εκτροφείο (Εικόνα 3.8). Στις μονάδες (6) που δεν καλλιεργούν φυτά η σίτιση των σαλιγκαριών γίνεται αποκλειστικά με σιτηρέσιο. Σε συνδυασμό με τα καλλιεργημένα φυτά, το 65% των σαλιγκαροτρόφων, χρησιμοποίησε αποξηραμένα σιτηρέσια (εμπορικά ή ιδιοπαρασκευής) για την σίτιση των ζώων (Εικόνα 3.8).



Εικόνα 3.8: Συχνότητες για κατηγορικές μεταβλητές (Υπόστρωμα και σιτηρέσιο) ανά σύστημα εκτροφής σαλιγκαριών. Τύπος σιτηρέσιου: *c* – ξηρό εμπορικό σιτηρέσιο, *p* – φυτά, *cp* – ξηρό εμπορικό σιτηρέσιο σε συνδυασμό με φυτά; Τύπος υποστρώματος: *G* – χαλίκι, *P* – Έδαφος με παρουσία καλλιεργούμενων φυτών, *S* – έδαφος; Τύπος εκτροφής: *1* - υπερυψωμένες ενότητες *2* - διχτυοκήπιο · *3* - μικτό σύστημα με διχτυοκήπιο *4* - ανοιχτή εκτροφή *5* - μικτό σύστημα με ανοιχτή εκτροφή.

Τα μικτά συστήματα με διχτυοκήπιο, είχαν την μικρότερη διαθέσιμη έκταση (Πίνακας 3.4). Όσον αφορά την παραγωγικότητα (σαλιγκάρια / kg), τρεις τύποι εκτροφής παρουσιάζουν παρόμοια αποτελέσματα (υπερυψωμένες ενότητες, μικτό σύστημα με διχτυοκήπιο και μικτό σύστημα με ανοιχτή εκτροφή). Ο ρυθμός ανάπτυξης κυμαινόταν μεταξύ 0,09 και 0,15 gr/ημέρα/σαλιγκάρι. Στον τομέα διαχείρισης, η διάρκεια λειτουργίας μειώνεται στις ανοιχτές εκτροφές (Πίνακας 3.4), ενώ σε κλειστές και καλυμμένες με δίχτυ, η διάρκεια φτάνει έως και τους εννέα μήνες. Επίσης, η διάρκεια της περιόδου αναπαραγωγής έχει το ίδιο μοτίβο (Πίνακας 3.4). Στην

πλειονότητα των μονάδων, ο Μάρτιος ήταν ο αρχικός μήνας, ενώ η συγκομιδή έγινε τον Νοέμβριο, ανεξαρτήτως συστήματος εκτροφής.

Πίνακας 3.4: Μέση τιμή \pm τυπικές αποκλίσεις (T.a.) για τις συνεχείς μεταβλητές όλων των τύπων εκτροφής.

		1 (n=2)	2 (n=11)	3 (n=3)	4 (n=11)	5 (n=2)
Μεταβλητές		Μέση τιμή	Μέση τιμή \pm T.a.	Μέση τιμή \pm T.a.	Μέση τιμή \pm T.a.	Μέση τιμή
Προσωπικό	Εμπειρία εκτροφέα (έτη)	4	5,45 \pm 3,05	3,3 \pm 2,1	4,8 \pm 1,8	4,5
	Ηλικία εκτροφέα (έτη)	43,5	40,1 \pm 9,5	44,3 \pm 1,15	46,3 \pm 8,5	55
Ζωικό κεφάλαιο	Ρυθμός αύξησης (gr/ημέρα/σαλιγκαράρι)	0,15	0,1 \pm 0,03	0,14 \pm 0,04	0,09 \pm 0,04	0,14
	Αριθμός εμπορεύσιμων σαλιγκαριών/Kg	75,3	79,9 \pm 30,4	68,1 \pm 4,89	84,9 \pm 13,9	68,8
Περιοχή	Υψόμετρο (m)	554,5	305,36 \pm 279	64 \pm 54,4	138 \pm 195,2	156
	Έκταση (m ²)	3150	4200 \pm 4526,6	1583,3 \pm 1233,2	4414,5 \pm 5682,4	5000
	Ωφέλιμη επιφάνεια (m ²)	2270	3074,5 \pm 3262,3	1166,7 \pm 814,5	2725,6 \pm 3208,6	3250
Διαχείριση	Διάρκεια λειτουργίας (μήνες)	9	8,36 \pm 1,69	8	7,9 \pm 1,81	7
	Διάρκεια αναπαραγωγικής περιόδου (ημέρες)	180	171,8 \pm 27,1	160 \pm 45,8	144,5 \pm 29,4	135
	Διάρκεια εκτροφής (ημέρες)	270	254,5 \pm 48,8	240	240 \pm 55,3	210
	Ποσότητα Σιτηρεσίου (Kg/έτος)	850	2080 \pm 2879,9	609,3 \pm 447,9	1607 \pm 1997,7	760
	Συνολική παραγωγή (Kg/έτος)	2500	1358,7 \pm 1611,3	1416,7 \pm 520,4	1913,6 \pm 2779,4	528,5
	Εκτιμώμενο εισόδημα (€/έτος)	3500	3849,5 \pm 1857,9	6996,7 \pm 9570	11400 \pm 14397	5363,7

Τύπος εκτροφής: 1 – Υπερυψωμένες ενότητες, 2 – διχτυοκήπιο, 3 – μικτό σύστημα με διχτυοκήπιο, 4 – ανοιχτή εκτροφή, 5 – μικτό σύστημα με ανοιχτό αγρό

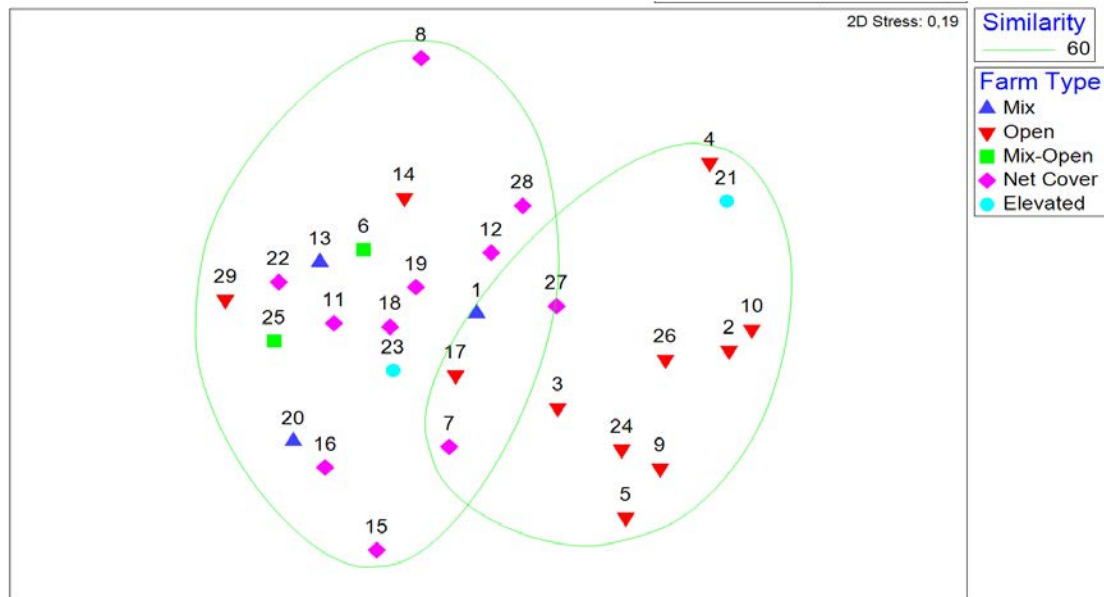
Στον πίνακα 3.5 παρουσιάζονται οι συχνότητες των εγκαταστάσεων και του εξοπλισμού στους διαφορετικούς τύπους εκτροφής. Σχεδόν κάθε εκτροφείο σαλιγκαριών διαθέτει αποθήκη συγκομιδής. Τα εκκολαπτήρια βρέθηκαν μόνο σε εκμεταλλεύσεις μικτού συστήματος (Πίνακας 3.5). Τα συσκευαστήρια και οι ψυκτικοί θάλαμοι δεν υπήρχαν στην πλειοψηφία των μονάδων (Πίνακας 3.5).

Πίνακας 3.5: Συχνότητες για κατηγορικές μεταβλητές (Εγκαταστάσεις και Εξοπλισμός) σε κάθε σύστημα εκτροφής.

	1 (n=2)	2 (n=11)	3 (n=3)	4 (n=11)	5 (n=2)
Εγκαταστάσεις					
Αποθήκη συγκομιδής	2	10	3	10	2
Εκκολαπτήριο	0	0	2	0	1
Συσκευαστήριο	1	2	1	2	0
Ψυκτικός θάλαμος	1	3	1	2	2
Εξοπλισμός					
Ύφασμα για προστασία από χαμηλές θερμοκρασίες	2	6	1	9	0
Καταφύγια (ξύλινα)	1	10	3	6	2
Κλουβιά	0	3	1	2	1
Ταΐστρες	1	6	2	6	1
Δοχεία αποθήκευσης αυγών	0	0	2	0	1
Αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας	0	7	1	2	2
Υλικά συσκευασίας	1	7	2	6	2
Γεωργικά εργαλεία	1	9	3	10	2

Τύπος εκτροφής: 1 – Υπερψωμένες ενότητες, 2 – διχτυοκήπιο, 3 – μικτό σύστημα με διχτυοκήπιο, 4 – ανοιχτή εκτροφή, 5 – μικτό σύστημα με ανοιχτό αγρό

Η εικόνα 3.9 δείχνει την έκταση της ομοιότητας μεταξύ διαφορετικών εκτροφείων σαλιγκαριών βάσει ποιοτικών μεταβλητών (παρουσία ή απουσία εξοπλισμού και εγκαταστάσεων). Η μη παραμετρική πολυδιάστατη κλιμάκωση nMDS έδειξε ένα υψηλό επίπεδο ομοιότητας (60% βάσει του δείκτη ομοιότητας Bray-Curtis) μεταξύ των περισσότερων μονάδων ανοιχτού τύπου.



Εικόνα 3.9 Πολυδιάστατη γραφική απεικόνιση στον χώρο με NMDS βασισμένη στην μήτρα ομοιότητας μεταξύ διαφορετικών μονάδων εκτροφής σαλιγκαριών ($n = 29$), υπολογισμένη με τον δείκτη Bray-Curtis (κατηγορικές μεταβλητές). Τα κοντινά σημεία δείχνουν υψηλότερη ομοιότητα. Εντός των γραμμών (πράσινες) βρίσκονται οι ομάδες με 60% ομοιότητα

3.1.3. Μεταβλητές που επηρεάζουν την παραγωγικότητα των μονάδων εκτροφής

Τα περιγραφικά στατιστικά και τα διαγράμματα για τις κύριες επιδράσεις κάθε παράγοντα (είδος σαλιγκαριών, τύπος υποστρώματος, τύπος εκτροφής και περιοχή) στην Συνολική Ετήσια Παραγωγή (kg/έτος) παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.6 και στην Εικόνα 3.10 αντίστοιχα.

Πίνακας 3.6: Περιγραφικά στατιστικά της Συνολικής ετήσιας παραγωγής (kg/έτος) για όλους τους παράγοντες (είδος σαλιγκαριών, τύπος υποστρώματος, τύπος εκτροφής και περιοχή).

Παράγοντες	Αριθμός (n)	Μ. Όρος	Τυπ. Σφάλμα	Τυπ. απόκλιση	Ελ.	Διάμεσος	Μεγ.
Είδος σαλιγκαριών							
1	2	6503			3000	6503	10005
2	25	1221	251	1254	100	735	5500
3	2	1382			1360	1382	1404
Υπόστρωμα							
1	4	2326	1108	2217	400	1702	5500
2	23	1563	432	2073	100	1000	10005
3	2	521			170	521	872
Τύπος εκτροφής							
1	2	2500			1000	2500	4000
2	11	1359	486	1611	100	872	5500

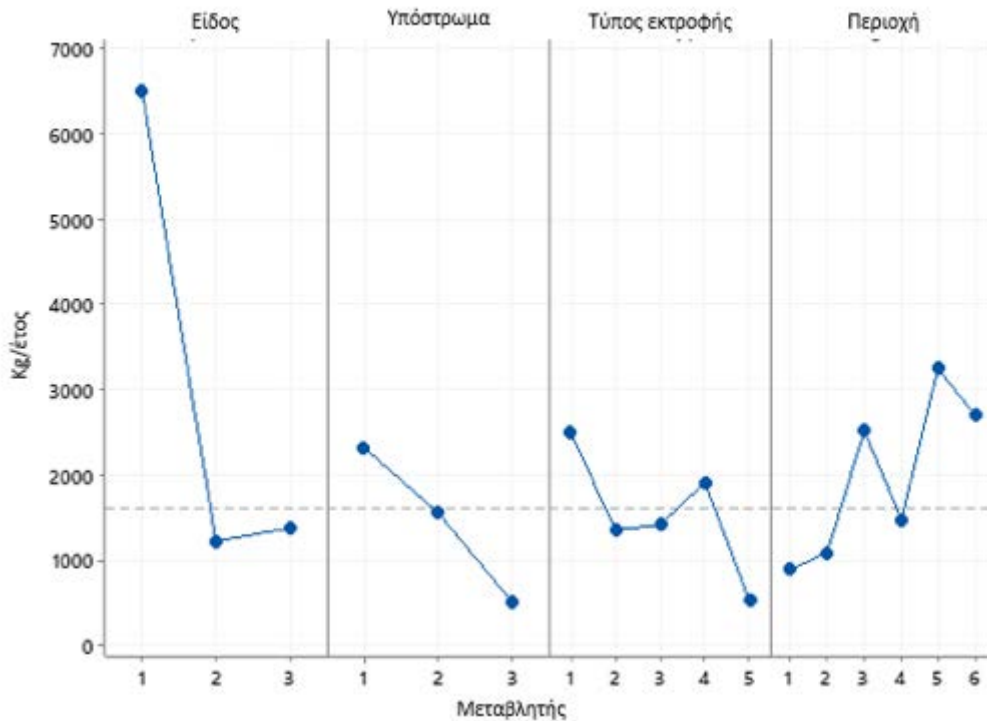
3	3	1417	300	520	1000	1250	2000
4	11	1914	838	2779	400	735	10005
5	2	528.5			500.0	528.5	557.0
Περιοχή	(n)						
1	11	890	170	563	100	700	2000
2	6	1092	289	709	400	907	2000
3	6	2518	1556	3812	170	868	10005
4	2	1475			450	1475	2500
5	2	3250			1000	3250	5500
6	2	2702			1404	2702	4000

Είδος σαλιγκαριών: 1 – *Cornu aspersum aspersum*, 2 - *Cornu aspersum maximum*, 3 - *C. a. aspersum* και *C. a. maximum*

Υπόστρωμα: 1 – χαλίκι, 2 - έδαφος με καλλιεργούμενα φυτά, 3 – έδαφος

Τύπος εκτροφής: 1 – Υπερυψωμένες ενότητες, 2 – Διχτυοκήπιο, 3 – μικτό σύστημα με διχτυοκήπιο, 4 – ανοιχτή εκτροφή, 5 – μικτό σύστημα με ανοιχτό αγρό

Περιοχή: 1 – Κεντρική Μακεδονία, 2 – Δυτική Μακεδονία, 3 – Θεσσαλία, 4 – Θράκη, 5 – Δυτική Ελλάδα, 6 - Αττική - Νησιά



Εικόνα 3.10 Διάγραμμα για τις κύριες επιδράσεις κάθε παράγοντα (είδος σαλιγκαριών, τύπος υποστρώματος, τύπος εκτροφής και περιοχή) στην Συνολική Ετήσια Παραγωγή (kg/έτος)

Ο πίνακας 3.7 και η εικόνα 3.1 υποδεικνύουν ότι η μέση παραγωγικότητα ανά επιφάνεια ($\text{kg}/\text{m}^2/\text{έτος}$) μειώνεται από τις υπερυψωμένες ενότητες (μέγιστο) στο μικτό σύστημα με ανοιχτό αγρό (ελάχιστο).

Όσον αφορά την περιοχή, τα δεδομένα ομαδοποιούνται σε τρεις διαφορετικές ομάδες: περιοχές 5 και 6 (Αττική - Νησιά και Δυτική Ελλάδα) με υψηλή παραγωγή,

περιοχές 1 και 3 (Θεσσαλία και Κεντρική Μακεδονία) με μέση παραγωγή και περιοχές 2 και 4 (Δυτικά Μακεδονία και Θράκη), με χαμηλή παραγωγή (Πίνακας 3.7, Εικόνα 3.11). Πρέπει να σημειωθεί ότι όλες οι μονάδες που υπάρχουν στις περιοχές 5 και 6 είναι καλυμμένες (τρία διχτυοκήπια και μία με υπερυψωμένες ενότητες).

Επιπλέον, στη Νότια Ελλάδα (Αττική), οι μονάδες λειτουργούν από Φεβρουάριο έως Νοέμβριο, ενώ σε περιοχές της Βόρειας Ελλάδας (Θράκη) η εκτροφή ξεκινά τον Απρίλιο ή ακόμη και τον Μάιο. Τα σαλιγκαροτροφεία της Δυτικής Μακεδονίας και της Θράκης λειτουργούν για μικρότερη περίοδο καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Επίσης, ένα σημαντικό γεγονός είναι ότι 7 από τις 8 μονάδες που βρίσκονται σε αυτές τις περιοχές είναι ανοιχτού τύπου.

Πίνακας 3.7: Περιγραφικά στατιστικά της ετήσιας παραγωγής ανά επιφάνεια ($\text{kg}/\text{m}^2/\text{έτος}$) για όλους τους παράγοντες (είδος σαλιγκαριών, τύπος υποστρώματος, τύπος εκτροφής και περιοχή).

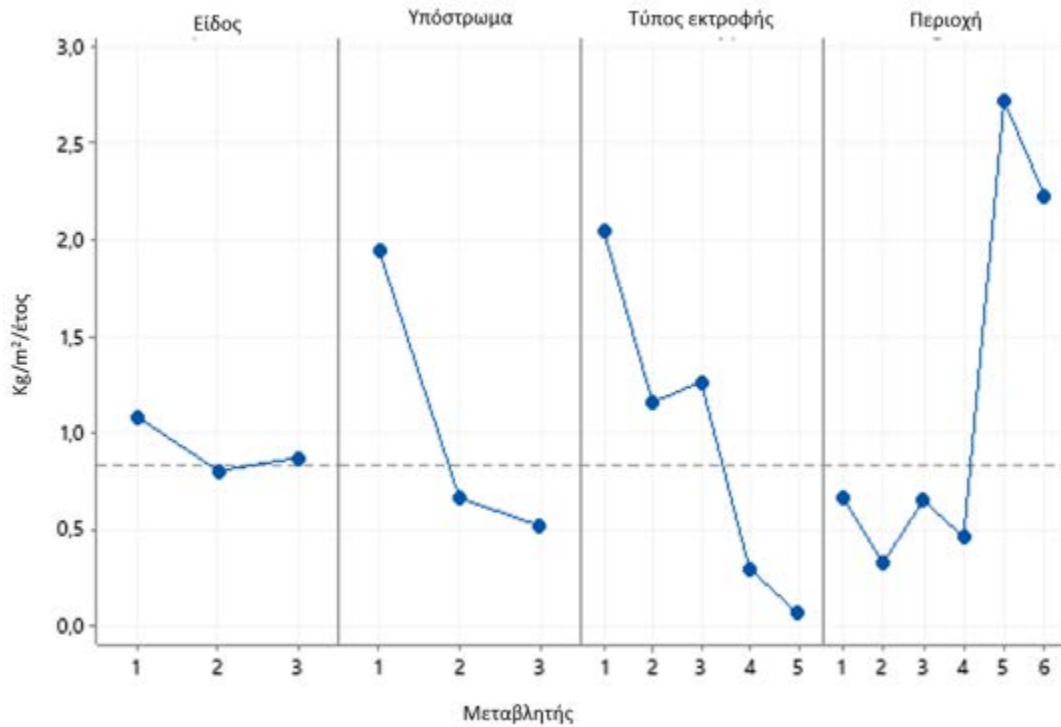
Παράγοντες	Αριθμός	Μ. Όρος	Τυπ. Σφάλμα	Τυπ. απόκλιση	Ελ.	Διάμεσος	Μεγ.
Είδος σαλιγκαριών	(n)						
1	2	1,083			0,667	1,083	1,500
2	25	0,805	0,211	1,056	0,035	0,367	4,435
3	2	0,872			0,368	0,872	1,376
Υπόστρωμα	(n)						
1	4	1,938	0,870	1,740	0,400	1,457	4,435
2	23	0,663	0,158	0,759	0,035	0,367	3,077
3	2	0,521			0,170	0,521	0,872
Τύπος εκτροφής	(n)						
1	2	2,04			1,00	2,04	3,08
2	11	1,159	0,379	1,258	0,170	0,872	4,435
3	3	1,263	0,156	0,269	1,000	1,250	1,538
4	11	0,298	0,078	0,258	0,056 4	0,233	0,833
5	2	0,067			0,035	0,067	0,1
Περιοχή	(n)						
1	11	0,668	0,200	0,663	0,035	0,4	2,133
2	6	0,328	0,190	0,466	0,056	0,108	1,25
3	6	0,651	0,213	0,521	0,170	0,517	1,5
4	2	0,462			0,090	0,462	0,833
5	2	2,72			1,00	2,72	4,44
6	2	2,227			1,376	2,227	3,077

Είδος σαλιγκαριών: 1 - *Cornu aspersum aspersum*, 2 - *Cornu aspersum maximum*, 3 - *C. a. aspersum* και *C. a. maximum*

Υπόστρωμα: 1 - χαλίκι, 2 - έδαφος με καλλιεργούμενα φυτά, 3 - έδαφος

Τύπος εκτροφής: 1 - Υπερυψωμένες ενότητες, 2 - Διχτυοκήπιο, 3 - μικτό σύστημα με διχτυοκήπιο, 4 - ανοιχτή εκτροφή, 5 - μικτό σύστημα με ανοιχτό αγρό

Περιοχή: 1 - Κεντρική Μακεδονία, 2 - Δυτική Μακεδονία, 3 - Θεσσαλία, 4 - Θράκη, 5 - Δυτική Ελλάδα, 6 - Αττική - Νησιά



Εικόνα 3.11 Διάγραμμα για τις κύριες επιδράσεις κάθε παράγοντα (είδος σαλιγκαριών, τύπος υποστρώματος, τύπος εκτροφής και περιοχή) στην Ετήσια Παραγωγή ανά Επιφάνεια ($\text{kg}/\text{m}^2/\text{έτος}$)

Η μέση παραγωγή ανά ωφέλιμη επιφάνεια ($\text{kg}/\text{m}^2/\text{έτος}$) στον πίνακα 3.8, ακολουθεί το ίδιο πρότυπο με την παραγωγικότητα ανά επιφάνεια για όλους τους παράγοντες. Η διαφορά όμως είναι ότι κάθε τιμή είναι υψηλότερη (Εικόνα 3.12).

Πίνακας 3.8: Περιγραφικά στατιστικά της μέσης παραγωγής ανά ωφέλιμη επιφάνεια ($\text{kg}/\text{m}^2/\text{έτος}$) για όλους τους παράγοντες (είδος σαλιγκαριών, τύπος υποστρώματος, τύπος εκτροφής και περιοχή).

Παράγοντες	Αριθμός	Μ. Όρος	Τυπ. Σφάλμα	Τυπ. απόκλιση	Ελ.	Διάμεσος	Μεγ.
Είδος σαλιγκαριών	(n)						
1	2	1,544			1,213	1,544	1,875
2	25	1,115	0,304	1,518	0,058	0,479	6,154
3	2	1,167			0,613	1,166	1,721
Υπόστρωμα	(n)						
1	4	2,268	0,941	1,881	0,5	3,402	4,928
2	23	1,002	0,279	1,338	0,058	0,525	6,154
3	2	0,591			0,213	0,146	0,969
Τύπος εκτροφής	(n)						
1	2	4,077			2	1,029	6,154
2	11	1,386	0,427	1,416	0,213	0,5	4,928
3	3	1,579	0,194	0,337	1,250	1,25	1,923
4	11	0,452	0,124	0,411	0,071	1,212	1,213
5	2	0,101			0,058	0,142	0,143

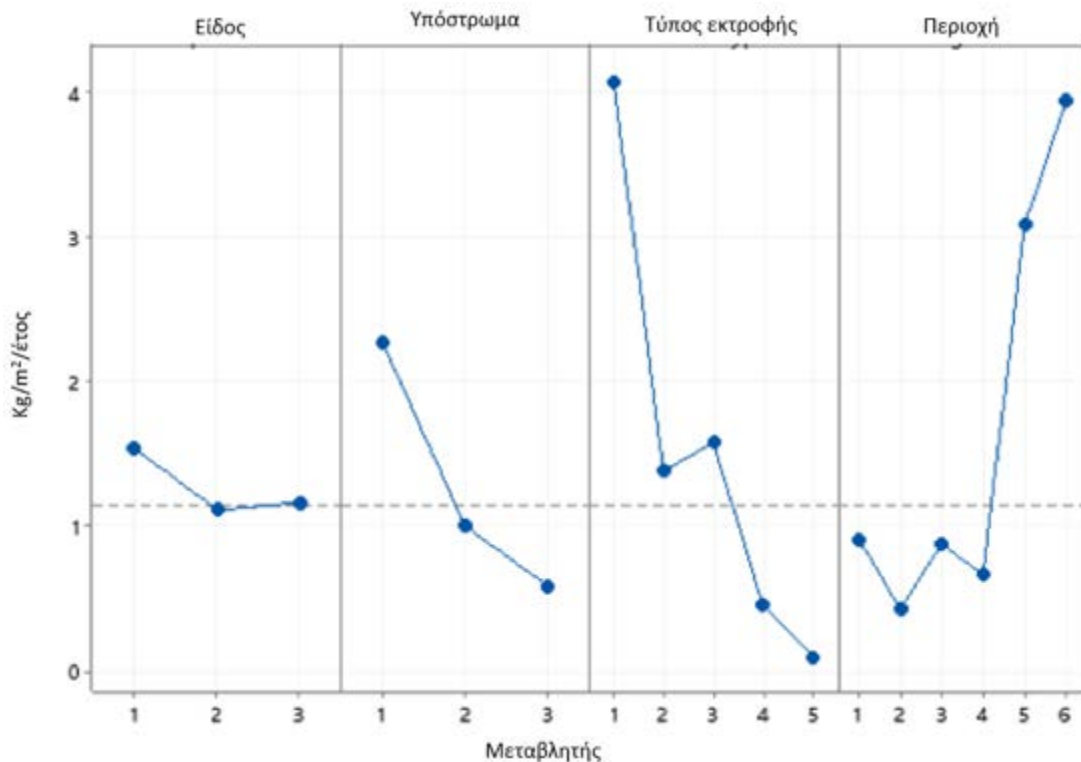
Περιοχή	(n)						
1	11	0,914	0,265	0,879	0,058	0,525	2,667
2	6	0,434	0,235	0,577	0,071	0,521	1,563
3	6	0,877	0,274	0,672	0,213	0,251	1,875
4	2	0,67			0,150	1,642	1,190
5	2	3,089			1,250	2,949	4,928
6	2	3,938			1,721	3,106	6,154

Είδος σαλιγκαριών: 1 – *Cornu aspersum aspersum*, 2 - *Cornu aspersum maximum*, 3 - *C. a. aspersum* και *C. a. maximum*

Υπόστρωμα: 1 – χαλίκι, 2 - έδαφος με καλλιεργούμενα φυτά, 3 – έδαφος

Τύπος εκτροφής: 1 – Υπερψωμένες ενότητες, 2 – Διχτυοκήπιο, 3 – μικτό σύστημα με διχτυοκήπιο, 4 – ανοιχτή εκτροφή, 5 – μικτό σύστημα με ανοιχτό αγρό

Περιοχή: 1 – Κεντρική Μακεδονία, 2 – Δυτική Μακεδονία, 3 – Θεσσαλία, 4 – Θράκη, 5 – Δυτική Ελλάδα, 6 - Αττική - Νησιά



Εικόνα 3.12 Διάγραμμα για τις κύριες επιδράσεις κάθε παράγοντα (είδος σαλιγκαριών, τύπος υποστρώματος, τύπος εκτροφής και περιοχή) στην μέση παραγωγή ανά ωφέλιμη επιφάνεια ($kg/m^2/έτος$)

3.2. Μελέτη της παρουσίας παρασίτων σε εκτρεφόμενα σαλιγκάρια στην Ελλάδα

Στην δεύτερη (2^η) ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του παρασιτικού και μικροβιολογικού ελέγχου που πραγματοποιήθηκε σε εκμεταλλεύσεις σαλιγκαριών στην Ελλάδα για δύο (2) συνεχόμενα έτη.

Αρχικά, για την πρώτη χρονιά της έρευνας, αναλύονται τα αποτελέσματα από τον προσδιορισμό του αριθμού των αυγών των γαστρεντερικών παρασίτων ανά

γραμμάριο κοπράνων (eggs per gram -EPG). Εν συνεχεία, φαίνονται τα ευρήματα από την ανατομή των σαλιγκαριών. Παρουσιάζονται τα είδη των ενήλικων παρασίτων, και το ποσοστό επιπολασμού τους. Τέλος γίνεται αναφορά στα μικροβιολογικά δεδομένα: τα είδη και το ποσοστό στο οποίο βρέθηκαν σε κάθε σύστημα εκτροφής. Αντίστοιχα ακολουθούν τα αποτελέσματα της δεύτερης (2^{ης}) χρονιάς με την διαφορά ότι το έτος αυτό δεν πραγματοποιήθηκε μικροβιακός έλεγχος.

Τέλος, η ενότητα του παρασιτικού ελέγχου κλείνει με την στατιστική επεξεργασία (Pearson Correlation), όπου προσδιορίζεται η συσχέτιση μεταξύ των νηματωδών παρασίτων με τα διαρθρωτικά και παραγωγικά χαρακτηριστικά των εκμεταλλεύσεων καθώς και με τις κλιματικές συνθήκες.

3.2.1. Πρώτο έτος έρευνας (2017)

3.2.1.1. Προσδιορισμός του αριθμού αυγών γαστρεντερικών παρασίτων (Τροποποιημένη μέθοδος McMaster)

Είκοσι έξι (26) δείγματα κοπράνων αλλά και ενήλικα σαλιγκάρια των ειδών *Cornu aspersum maximum* και *Cornu aspersum aspersum* συγκεντρώθηκαν από ισάριθμα εκτροφεία. Χρησιμοποιώντας την τεχνική McMaster, βρέθηκαν αυγά νηματωδών παρασίτων σε όλα τα δείγματα με εύρος από 40 EPG έως 20880 EPG. Η μέση τιμή για τα αυγά ανά γραμμάριο ήταν $3457,33 \pm 5724,42$.

Στον πίνακα 3.9 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά για το ζωικό κεφάλαιο, με βάση την θέση εγκατάστασης των εκτροφείων σαλιγκαριών. Μεταξύ των διαφορετικών τοποθεσιών που μελετήθηκαν, τα σαλιγκάρια που εκτρέφονταν στις εκτροφές της Κεντρικής Μακεδονίας παρουσίασαν το υψηλότερο παρασιτικό φορτίο (αριθμός αυγών /γραμμάριο κοπράνων) (4745 EPG), ενώ αντίστοιχα αυτά της Θράκης και του Βόρειου Αιγαίου το χαμηλότερο (160 EPG). Ακόμα, στην Αττική παρουσιάστηκε η μεγαλύτερη βιομάζα ($3076,92 \text{ gr} / \text{m}^2$).

Πίνακας 3.9: Περιγραφικά στατιστικά (Μέσοι όροι και τυπική απόκλιση) των παραγωγικών χαρακτηριστικών (Βιομάζα και Βάρος ενηλίκων σαλιγκαριών) και παρασιτικού φορτίου του ζωικού κεφαλαίου με βάση την θέση της εκμετάλλευσης.

Περιοχή	N	Μέση Τιμή (EPG)	Βιομάζα (gr/m ²)	Μέσο Βάρος (gr)
Κεντρική Μακεδονία	11	4745 ± 7171	955,61 ± 7380	13,71 ± 2,36
Δυτική Μακεδονία	5	3912 ± 4233	379,93 ± 580,94	12,81 ± 1,86
Θεσσαλία	5	4054 ± 9678	1094 ± 565,68	11,33 ± 2,24
Θράκη	1	160	833,3	13,28
Δυτική Ελλάδα	2	400 ± 226	2717,74 ± 2429,25	15,55 ± 2,11
Αττική - Νησιά Β. Αιγαίου	2	170	3076,92	16,35
Σύνολο Μονάδων εκτροφής	26	3589 ± 5726,5	1078,9 ± 3529,7	13,24 ± 1,95

Η υψηλότερη τιμή (7471 EPG), παρουσιάστηκε σε σαλιγκάρια σε μικτό σύστημα με διχτυοκήπιο (Πίνακας 3.10), ενώ στα σαλιγκάρια των ανοιχτών εκτροφών καταγράφηκε η χαμηλότερη (2349 EPG). Οι υπερυψωμένες ενότητες είχαν τη μεγαλύτερη βιομάζα (2788,46 gr/m²) ανάμεσα στα συστήματα εκτροφής ενώ το μικτό σύστημα με ανοιχτή εκτροφή το μεγαλύτερο βάρος εκτρεφόμενων σαλιγκαριών (15,02gr).

Πίνακας 3.10: Περιγραφικά στατιστικά (Μέσοι όροι και τυπική απόκλιση) των παραγωγικών χαρακτηριστικών (Βιομάζα και Βάρος ενηλίκων σαλιγκαριών) και παρασιτικού φορτίου του ζωικού κεφαλαίου βάσει του συστήματος εκτροφής (*Cornu aspersum maximum*, *Cornu aspersum aspersum*).

Σύστημα εκτροφής σαλιγκαριών	N	Μέση Τιμή (EPG)	Βιομάζα (gr/m ²)	Μέσο Βάρος (gr)
Ανοιχτή εκτροφή	9	2349 ± 3104	356,75 ± 323,66	11,52 ± 1,63
Μικτό σύστημα με διχτυοκήπιο	3	7471 ± 11624	1262,83 ± 269,48	14,74 ± 2,53
Μικτό σύστημα με ανοιχτή εκτροφή	2	4260 ± 5515	228,22 ± 273,57	15,02 ± 3,32
Υπερυψωμένες ενότητες	2	5330 ± 7283	2788,46 ± 407,94	13,77 ± 2,13
Διχτυοκήπιο	10	3086 ± 5201	1686,59 ± 1499	13,74 ± 2,59
Σύνολο Μονάδων εκτροφής	26	3589 ± 5726,5	1078,9 ± 3529,7	13,24 ± 1,95

3.2.1.2. Ανατομή σαλιγκαριών και Ταυτοποίηση Παρασίτων

Στην παρούσα έρευνα, το *P. hermaphrodita* (Εικόνα 3.13) ήταν το πιο διαδεδομένο παράσιτο με ποσοστό επιπολασμού από 10% έως 40% (Πίνακας 3.11). Βρέθηκε σε τρία συστήματα εκτροφής (ανοιχτή εκτροφή, διχτυοκήπιο, υπερυψωμένες ενότητες). Το υψηλότερο ποσοστό επιπολασμού του εντερικού παρασίτου *P. hermaphrodita* έφτασε στο 40% σε διχτυοκήπιο στην Δυτική Ελλάδα. Επιπλέον, υπήρξε παρουσία δύο άλλων ειδών παρασίτων σε εκτρεφόμενα σαλιγκάρια σε χαμηλότερα ποσοστά (Πίνακας 3.11):

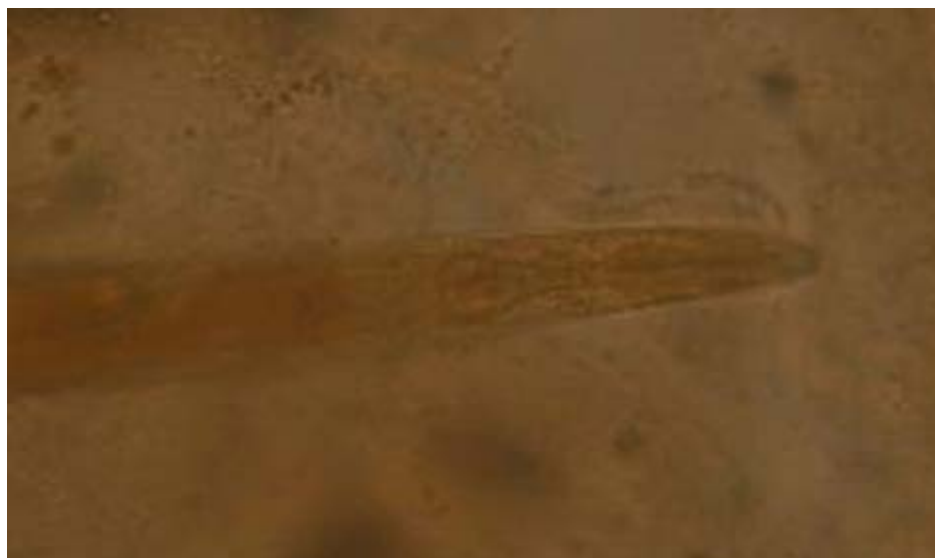
- Το *M. capillaris* με ποσοστό επιπολασμού 20% στο έντερο των σαλιγκαριών, το οποίο βρέθηκε σε ανοιχτό εκτροφείο στην Θεσσαλία,
- και το *A. appendiculatum* (15%) στο πόδι των σαλιγκαριών, που βρέθηκε σε μία εκτροφή υπερυψωμένων ενοτήτων στην Κεντρική Μακεδονία.

Πίνακας 3.11: Επιπολασμός ενήλικων νηματωδών παρασίτων και μέρος/όργανο σαλιγκαριού όπου ανιχνεύθηκαν

A/A	Κωδικός	Σύστημα εκτροφής	Περιοχή	N σαλιγκαριών	Είδος παρασίτου	Επιπολασμός (%)	Όργανο
1	C4	Ανοιχτή εκτροφή	Δυτική Μακεδονία	20	<i>Phasmarhabditis hermaphrodita</i>	10	Έντερο
2	C5	Ανοιχτή εκτροφή	Κεντρική Μακεδονία	20	<i>Phasmarhabditis hermaphrodita</i>	20	Έντερο
3	C8	Διχτυοκήπιο	Δυτική Ελλάδα	20	<i>Phasmarhabditis hermaphrodita</i>	40	Έντερο
4	C9	Ανοιχτή εκτροφή	Θεσσαλία	20	<i>Muellerius capillaris</i>	20	Μυς/Πόδι
5	F4	Υπερυψωμένες ενότητες	Κεντρική Μακεδονία	20	<i>Phasmarhabditis hermaphrodita</i>	20	Έντερο
				20	<i>Alloionema appendiculatum</i>	15	Μυς/Πόδι

Το *P. hermaphrodita* (Εικόνα 3.13) ήταν το πιο διαδεδομένο παράσιτο σε κάθε σύστημα εκτροφής με ποσοστό επιπολασμού από 10% έως 40%. Για την ταυτοποίηση του, παρατηρούνται ο φάρυγγας που έχει βολβοειδές σχήμα και το τριγωνικό

στοματικό άνοιγμα. Τα ενήλικα άτομα έχουν μήκος μικρότερο από 2 mm (Morand et al., 2004).



Εικόνα 3.13 Ενήλικο άτομο του Νηματώδους παρασίτου *P. hermaphrodita*. Στην εικόνα διακρίνεται ο βολβοειδής φάρυγγας.

Το *A. appendiculatum*, έχει μήκος από 2 – 2,4 mm για τα θηλυκά άτομα και 1,3 – 1,5 mm στα αρσενικά (Holonachon et al., 2016). Το πλάτος στο πρόσθιο μέρος, είναι 2,2-2,4 mm και 1,6-1,7 mm σε θηλυκά και αρσενικά, αντίστοιχα. Έχει κωνοειδή ουρά. Ο φάρυγγας είναι κυλινδρικός.

Το νηματώδες παράσιτο *A. appendiculatum* εμφανίζει και ελεύθερο και παρασιτικό κύκλο ζωής. Στην παρασιτική φάση, οι προνύμφες διεισδύουν στο πόδι του ξενιστή, όπου, ενθυλακώνονται στο μυϊκό ιστό του ποδιού. Οι προνύμφες εξέρχονται από τον ξενιστή για να περάσουν στο στάδιο των ενηλίκων. Αυτά τα ενήλικα νηματώδη παράσιτα που προκύπτουν από τον παρασιτικό κύκλο ζωής είναι δύο ή τρεις φορές μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα της ελεύθερης φάσης του κύκλου ζωής.

Το ενήλικο νηματώδες παράσιτο *M. capillaris*, έχει μήκος 1,1 – 1,4 cm (αρσενικά) και 1,9 – 2,3 cm (θηλυκά). Τα ενήλικα νηματώδη του *M. capillaris* ζουν στους πνεύμονες των προβάτων όπου τα αυγά εκκολάπτονται. Στη συνέχεια οι

προνύμφες πρώτου σταδίου (L1) περνούν στα κόπρανα. Οι προνύμφες αυτές είναι μικρότερες των άλλων ειδών με μήκος 300 – 320 μm. Η ουρά είναι κυματοειδής, δεν διαιρείται σε τμήματα και φέρει στην βάση της μια μικρή ραχιαία άκανθα (Γκουντέλας, 2003). Τα χερσαία σαλιγκάρια χρησιμεύουν ως ενδιάμεσοι ξενιστές για το *M. capillaris*: Το παράσιτο διεισδύει σε αυτά, όταν βρίσκεται στο πρώτο στάδιο ανάπτυξης (L1). Μάλιστα, τα γαστερόποδα παραμένουν μολυσματικά για τουλάχιστον ένα έτος (Smith et Sherman, 2009; Matthews, 2011). Οι προνύμφες L1, οι οποίες αντέχουν υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες παραμένουν έως το στάδιο L3 μέσα στο σαλιγκάρι (Cabaret et al., 1987). Στο στάδιο αυτό, είναι μακρύτερες (500 – 530 μm) και λεπτότερες (45 μm) και περικλείονται από δύο θήκες.

Σύμφωνα με τους εκτροφείς, δεν παρατηρήθηκαν υψηλά ποσοστά θνησιμότητας σαλιγκαριών (απώλεια ζωικού κεφαλαίου) σε εκμεταλλεύσεις στις οποίες εντοπίστηκαν ενήλικα νηματώδη παράσιτα ή προνύμφες 3^{ου} σταδίου. Εξαίρεση αποτελεί η μονάδα εκτροφής με κωδικό F4, όπου απομονώθηκαν δύο είδη παρασίτων νηματωδών και η θνησιμότητα των ενήλικων σαλιγκαριών ξεπέρασε το 75%. Το υψηλό αυτό ποσοστό θνησιμότητας, παρατηρήθηκε από τον εκτροφέα κυρίως τους θερινούς μήνες (Ιούνιο - Αύγουστο), όταν η θερμοκρασία ήταν υψηλή. Πρόκειται για εντατική εκτροφή (υπερυψωμένες ενότητες), με υπόστρωμα χόμα και καλλιεργημένα φυτά και υψηλή βιομάζα σαλιγκαριών (2500 gr/m²). Ο χώρος εκτροφής δεν απολυμάνθηκε με κάποιο σκεύασμα πριν την περίοδο λειτουργίας, δεν ψεκάστηκε με ζιζανιοκτόνα ενώ δεν είχε προχωρήσει ο εκτροφέας σε μυοκτονία. Επιπλέον, δεν είχε πραγματοποιηθεί ψεκασμός για την πρόληψη ή αντιμετώπιση παρασίτων. Επίσης, δεν υπήρχαν αυλάκια αποστράγγισης με συνέπεια την παραμονή ποσότητας νερού εντός του χώρου όπου εκτρέφονταν τα σαλιγκάρια με αποτέλεσμα η σχετική υγρασία του χώρου να παραμένει σε υψηλά επίπεδα).

3.2.1.3. Μικροβιολογικές εξετάσεις

Όλα τα δείγματα από τις ανοιχτές εκτροφές, τις υπερυψωμένες ενότητες και τα διχτυοκήπια, ήταν θετικά για την παρουσία *Listeria monocytogenes* (Πίνακας 3.12).

Στο μικτό σύστημα, το 80% των δειγμάτων ήταν θετικό για το *Listeria spp.*

Η παρουσία του μικροοργανισμού *Pseudomonas spp.* κυμαινόταν από $5,6 \cdot 10^3$ CFU / gr έως $8,7 \cdot 10^4$ CFU / gr.

Πίνακας 3.12 Αποτελέσματα μικροβιολογικών εξετάσεων του ζωικού κεφαλαίου (*Cornu aspersum maximum*, *Cornu aspersum aspersum*) των μονάδων εκτροφής σαλιγκαριών που συμμετείχαν στην έρευνα

Σύστημα εκτροφής σαλιγκαριών	N Μονάδων	<i>Pseudomonas spp</i> CFU/gr	<i>Listeria</i> spp. (%)
Ανοιχτή εκτροφή	7	$1,3 \cdot 10^4 \pm 2,71 \cdot 10^4$	100
Μικτό σύστημα	5	$2,44 \cdot 10^4 \pm 0,97 \cdot 10^4$	80
Υπερυψωμένες ενότητες	2	Positive	100
Διχτυοκήπιο	8	$2,53 \cdot 10^4 \pm 2,64 \cdot 10^4$	100

3.2.2. Δεύτερο έτος έρευνας (2018)

3.2.2.1. Προσδιορισμός του αριθμού αυγών γαστρεντερικών παρασίτων

Στον πίνακα 3.13 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία για το ζωικό κεφάλαιο, με βάση τη θέση της μονάδας εκτροφής. Μεταξύ των διαφορετικών τοποθεσιών που μελετήθηκαν, στα σαλιγκάρια των μονάδων εκτροφής της Θεσσαλίας βρέθηκε η υψηλότερη ποσότητα αυγών νηματωδών παρασίτων/γραμμάριο κοπράνων (6920 EPG), ενώ στις μονάδες της Κεντρικής Μακεδονίας η χαμηλότερη (625). Οι μονάδες στην Δυτική Ελλάδα είχαν την υψηλότερη πυκνότητα ($2717,74 \text{ g /m}^2$) αλλά και το μέσο βάρος ανά σαλιγκάρι (16,05 gr).

Πίνακας 3.13: Περιγραφικά στατιστικά (Μέσοι όροι και τυπική απόκλιση) των παραγωγικών χαρακτηριστικών (Βιομάζα και Βάρος ενηλίκων σαλιγκαριών) και παρασιτικού φορτίου του ζωικού κεφαλαίου βάσει της θέσης εγκατάστασης της εκμετάλλευσης.

Περιοχή	N	Μέση Τιμή (EPG)	Βιομάζα (gr/m ²)	Μέσο Βάρος (gr)
Κεντρική Μακεδονία	7	625 ± 734,64	955,61 ± 7380	13,63 ± 2,57
Δυτική Μακεδονία	4	1545 ± 1128,9	379,93 ± 580,94	12,31 ± 1,2
Θεσσαλία	4	6920 ± 4719,7	600 ± 565,68	12,77 ± 4,34
Θράκη	1	3520	833,3	11,18
Δυτική Ελλάδα	2	1940 ± 2571,3	2717,74 ± 2429,25	16,05 ± 1,3
Σύνολο Μονάδων εκτροφής	18	2535 ± 3272	937,65 ± 3394,72	13,28 ± 2,38

Η μέση τιμή 3365 EPG ήταν η υψηλότερη και βρέθηκε σε σαλιγκάρια σε διχτυοκήπιο (πίνακας 3.14), ενώ στα μικτά συστήματα τα ζώα εμφάνισαν την χαμηλότερη (286,7 EPG). Στο διχτυοκήπιο υπήρχε επίσης τη μεγαλύτερη πυκνότητα (1358,24 gr/m²) μεταξύ των συστημάτων εκτροφής ενώ στο μικτό σύστημα τα σαλιγκάρια έφταναν στο μεγαλύτερο μέσο βάρος (15,16gr).

Πίνακας 3.14: Περιγραφικά στατιστικά (Μέσοι όροι και τυπική απόκλιση) των παραγωγικών χαρακτηριστικών (Βιομάζα και Βάρος ενηλίκων σαλιγκαριών) και παρασιτικού φορτίου του ζωικού κεφαλαίου βάσει του συστήματος εκτροφής.

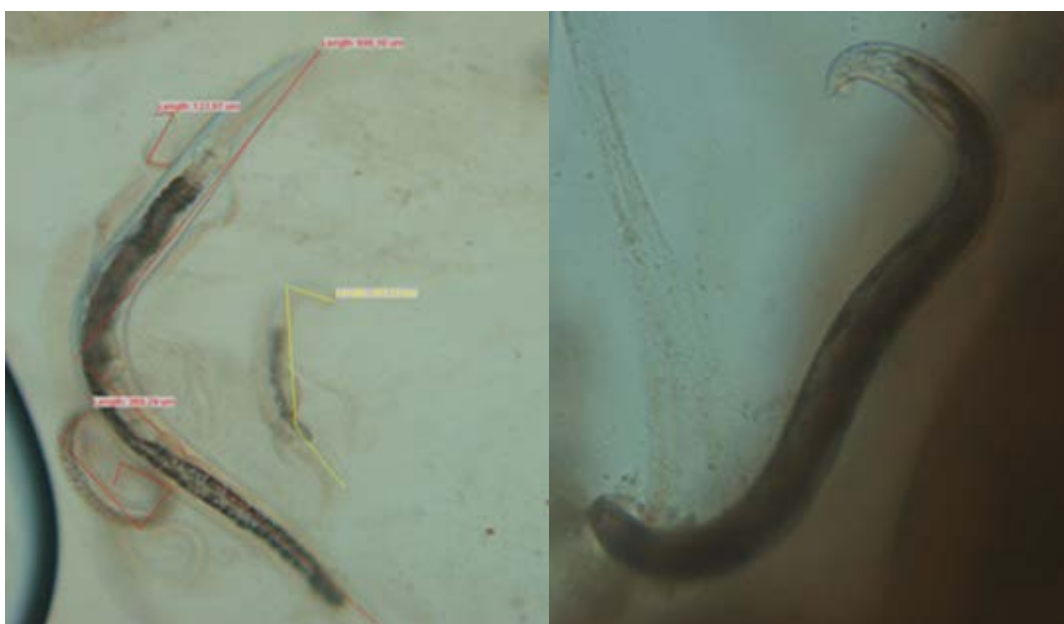
Σύστημα εκτροφής σαλιγκαριών	N	Μέση Τιμή (EPG)	Βιομάζα (gr/m ²)	Μέσο Βάρος (gr)
Ανοιχτή εκτροφή	7	2551,4 ± 2325,1	267,26 ± 323,66	11,77 ± 1,16
Μικτή εκτροφή	3	286,7 ± 102,63	1262,83 ± 269,48	15,16 ± 3,04
Διχτυοκήπιο	8	3365 ± 4393,5	1358,24 ± 1499	13,86 ± 3,21
Σύνολο Μονάδων εκτροφής	18	2535 ± 3272	937,65 ± 3394,72	13,28 ± 2,38

Από τα 18 εκτροφεία σαλιγκαριών από τα οποία συλλέχθηκαν δείγματα κοπράνων σαλιγκαριών (*Cornu aspersum maximum* και *Cornu aspersum aspersum*), χρησιμοποιώντας τη ποσοτική μέθοδο McMaster, βρέθηκαν σε κάθε δείγμα αυγά νηματωδών παρασίτων με εύρος από 160 EPG έως 11080 EPG. Αυτό σημαίνει πως για

το έτος 2018, σε όλα τα εκτροφεία τα αποτελέσματα ήταν θετικά και μέσος όρος EPG στα κόπρανα ήταν $2535,55 \pm 3272$ (T.A.).

3.2.2.2. Ανατομή σαλιγκαριών

Ενήλικα νηματώδη παράσιτα, εμφανίστηκαν μόνο σε δύο συστήματα [ανοιχτή εκτροφή (42,8%) και διχτυοκήπιο (40%)]. Τα είδη ήταν το *P. hermaphrodita* (20-40%, έντερο, Εικόνα 3.14α), το *M. capillaris* (40%, πόδι, Εικόνα 3.14β) και το *A. appendiculatum* (20-60%, έντερο, Εικόνα 3.15).



Εικόνα 3.14 α Ενήλικο νηματώδες παράσιτο του είδους *Phasmarhabditis hermaphrodita*, **β** Προνύμφη 3^{ου} σταδίου του νηματώδους παρασίτου *Muellerius capillaris*

Το υψηλότερο ποσοστό μόλυνσης σαλιγκαριών από το εντερικό παράσιτο *P. hermaphrodita* (40%) βρέθηκε σε δύο διχτυοκήπια (Πίνακας 3.15). Το *M. capillaris* έχει ποσοστό επιπολασμού 40% σε ανοιχτή εκτροφή, ενώ το *A. appendiculatum* (60%) βρέθηκε σε διχτυοκήπιο στη Θεσσαλία. Τέλος, το *P. hermaphrodita* ήταν το πιο διαδεδομένο ενήλικο νηματώδες παράσιτο σε κάθε σύστημα εκτροφής.



Εικόνα 3.15 Ενήλικο νηματώδες παράσιτο του είδους *Alloionema appendiculatum*

Πίνακας 3.15: Επιπολασμός ενήλικων νηματωδών παρασίτων και μέρος/όργανο σαλιγκαριού όπου ανιχνεύθηκαν

A/A	Κωδικός	Σύστημα εκτροφής	Περιοχή	N σαλιγκαριών	Είδος παρασίτου	Επιπολασμός (%)	Όργανο
1	C2	Ανοιχτή εκτροφή	Κ. Μακεδονία	20	<i>Phasmarhabditis hermaphrodita</i>	40	Έντερο
2	C3	Ανοιχτή εκτροφή	Κ. Μακεδονία	20	<i>Alloionema appendiculatum</i>	20	Έντερο
3	C8	Διχτυοκήπιο	Δυτική Ελλάδα	20	<i>Phasmarhabditis hermaphrodita</i>	40	Έντερο
				20	<i>Alloionema appendiculatum</i>	40	Έντερο
4	C9	Ανοιχτή εκτροφή	Θεσσαλία	20	<i>Muellerius capillaris</i>	40	Μυς/Πόδι
5	C11	Διχτυοκήπιο	Θεσσαλία	20	<i>Alloionema appendiculatum</i>	60	Έντερο
6	C17	Διχτυοκήπιο	Κ. Μακεδονία	20	<i>Phasmarhabditis hermaphrodita</i>	20	Έντερο
7	F1	Διχτυοκήπιο	Θεσσαλία	20	<i>Phasmarhabditis hermaphrodita</i>	40	Έντερο

3.2.3. Διμερής συσχέτιση Pearson

Στον πίνακα 3.16, φαίνεται ότι η συσχέτιση μεταξύ του αριθμού των αυγών νηματωδών παρασίτων με την μέση θερμοκρασία του αέρα της περιοχής εγκατάστασης του εκτροφείου, ήταν στατιστικά σημαντική (0,05), ενώ είχαν αρνητική γραμμική σχέση. Όπως έχει αναφερθεί, η μέση θερμοκρασία αναφέρεται στις τιμές που

λαμβάνονταν κατά τη διάρκεια της περιόδου λειτουργίας κάθε εκτροφείου. Όσον αφορά τον αριθμό των προνυμφών, έδειξαν θετική συσχέτιση με το σύστημα εκτροφής. Δηλαδή, όσο πιο εντατική η εκτροφή τόσο μεγαλύτερος ο αριθμός τους. Τέλος, το ποσοστό επιπολασμού των ενήλικων παρασίτων είχε πολύ υψηλή θετική συσχέτιση (0,407) με το ύψος βροχής (Πίνακας 3.16). Ακόμα, ερευνήθηκε εάν η παρουσία αυγών, προνυμφών και ενήλικων νηματωδών παρασίτων επηρεάστηκε από άλλους παράγοντες της εκτροφής (Παράρτημα, Πίνακας II) χωρίς να βρεθεί κάποια συσχέτιση.

Ακόμα μελετήθηκε ο συσχετισμός των παραπάνω παραμέτρων, με την διάρκεια λειτουργίας της μονάδας, την παροχή ή όχι σιτηρεσίου, το υψόμετρο, το υπόστρωμα και τη παραγωγή ανά ωφέλιμη επιφάνεια, (Παράρτημα, Πίνακας II), δεν αποδείχθηκε στατιστικά σημαντικός. Αυτό σημαίνει, πως καμία από τις παραπάνω μεταβλητές δεν επηρεάζει σημαντικά την εξάπλωση των παρασίτων σε μια σαλιγκαροτροφική εκμετάλλευση.

Πίνακας 3.16: Συντελεστής Συσχέτισης Pearson για την αξιολόγηση και για την γραμμική σχέση μεταξύ του συστήματος εκτροφής, της μέσης θερμοκρασίας και του ύψους βροχής με τον αριθμό αυγών παρασίτων, τον αριθμό προνυμφών και το ποσοστό επιπολασμού ενήλικων παρασίτων.

		Σύστημα εκτροφής	Μέση Θερμοκρασία (°C)	Ύψος βροχής (mm)
Αριθμός αυγών παρασίτων	Συντελεστής Συσχέτισης Pearson	-,246	-,309*	,027
Αριθμός προνυμφών	Συντελεστής Συσχέτισης Pearson	,319*	-,046	,202
Ενήλικα παράσιτα	Συντελεστής Συσχέτισης Pearson	,165	-,236	,407**

*. Η Συσχέτιση είναι σημαντική σε επίπεδο 0.05 (2-tailed).
 **. Η Συσχέτιση είναι σημαντική σε επίπεδο 0.01 (2-tailed).

3.2.4. Προβλήματα και κίνδυνοι στην εκτροφή σαλιγκαριών

Το πιο συνηθισμένο πρόβλημα των εκτροφέων που παρατηρήθηκε στα περισσότερα σαλιγκαροτροφεία, ήταν η είσοδος άλλων ζώων (γάτες κυρίως) στον χώρο της εκτροφής. Το 77% των παραγωγών σημείωσαν στο ερωτηματολόγιο που τους

δόθηκε, πως δεν ήταν σε θέση να αντιμετωπίσουν το ζήτημα. Επιπλέον, στο 85,7% των εκμεταλλεύσεων παρατηρήθηκαν προβλήματα με ποντίκια που αποτελεί και το κυριότερο πρόβλημα σε όλους τους τύπους εκτροφής. Παρόλα αυτά, σε σημαντικό ποσοστό (54%) οι εκτροφείς με μονάδες κλειστού ή μικτού τύπου δήλωσαν πως έχουν αντιμετωπίσει την είσοδο τρωκτικών. Τα ποντίκια αποτελούν σημαντικούς θηρευτές των σαλιγκαριών, ενώ τόσα αυτά όσο και οι γάτες μπορεί να μεταφέρουν στον χώρο παράσιτα από γειτονικές εκτροφές. Η είσοδος εχθρών στον χώρο του εκτροφείου προκαλεί ποικίλα προβλήματα. Τα ανοιχτού τύπου εκτροφεία είναι περισσότερα ευάλωτα σε αυτό καθώς δεν μπορούν να εξαλειφθούν τόσο τα ποντίκια και τα ερπετά, αλλά δεν υπάρχει και καμία προστασία από τα πουλιά. Το πρόβλημα που δημιουργούν τα τελευταία, είναι σημαντικό, καθώς τα μικρότερα πτηνά τρέφονται με το σιτηρέσιο που δίνεται στα σαλιγκάρια, ενώ τα μεγαλύτερα αποτελούν θηρευτές τους. Στα διχτυοκίπια αλλά και τις υπερυψωμένες ενότητες, τρυπούν το δίκτυο, με αποτέλεσμα την ανάγκη επιδιόρθωσής του άρα και επιπλέον έξοδα.

Σημαντικό θέμα αποτελεί η γεινίαση των σαλιγκαροτροφικών εκμεταλλεύσεων (43%) με μονάδες εκτροφής παραγωγικών ζώων (αγελάδες, πρόβατα). Παρατηρήθηκε παράσιτο που βρίσκεται κυρίως σε πρόβατα (*M. capillaris*) σε μονάδα εκτροφής στην Θεσσαλία και τα δύο (2) έτη. Η εκμετάλλευση αυτή είναι εκτατική (ανοιχτή εκτροφή), και απέχει μόλις 100 μέτρα από την άλλη κτηνοτροφική εγκατάσταση (εκτροφή προβάτων). Δεν πραγματοποιείται απολύμανση του χώρου όταν δεν λειτουργεί το εκτροφείο ενώ δεν γίνεται και προληπτικός ψεκασμός ή παροχή φαρμάκου στο ζωικό κεφάλαιο. Επιπλέον, γυμνοσάλιαγκες καθώς και άλλα ζώα (σκύλοι, γάτες) εισέρχονται στην εκμετάλλευση.

Ένα ακόμη πρόβλημα αποτελεί το γεγονός πως μόλις το 27% των σαλιγκαροτρόφων ψεκάζουν κατά των παθογόνων. Τα φαρμακευτικά σκευάσματα

χρησιμοποιούνται μόνο όταν ο παραγωγός διαπιστώσει σημαντικό ποσοστό θνησιμότητας στο ζωικό του κεφάλαιο, και αφού συμβουλευτεί κάποιον κτηνίατρο ή κυρίως άλλον παραγωγό που αντιμετώπισε παρόμοια κατάσταση. Τα σκευάσματα που χρησιμοποιούνται είναι ενδεδειγμένα για χρήση σε άλλους τομείς της κτηνοτροφίας, όπως στην μελισσοκομία.

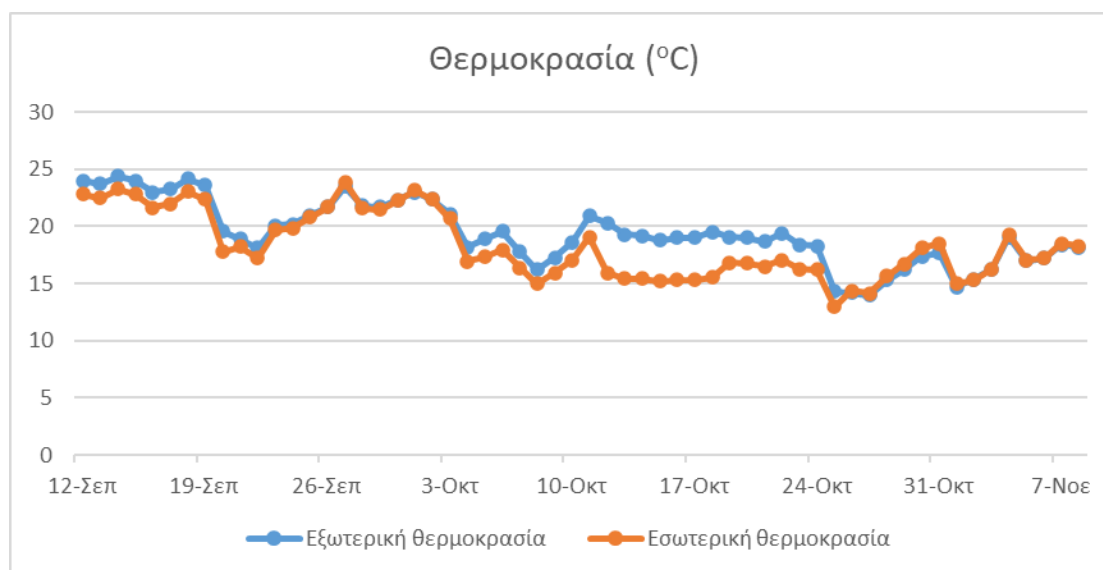
3.3. Πειραματική εκτροφή σαλιγκαριών

Στην ενότητα αυτή (3η), παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την πειραματική εκτροφή που πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας με στόχο την συγκριτική αξιολόγηση των δύο συστημάτων εκτροφής.

Το πείραμα διήρκησε 2 μήνες (Σεπτέμβριος – Νοέμβριος 2019) και καθ' όλη την διάρκεια καταγράφηκαν η θερμοκρασία του αέρα και η σχετική υγρασία (Εικόνες 3.17 και 3.18). Τα ζώα που χρησιμοποιήθηκαν, ήταν του είδους *Cornu aspersum maximum*. Τα δύο συστήματα εκτροφής που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ανοιχτού τύπου και διχτυοκήπιο (Εικόνα 3.16).

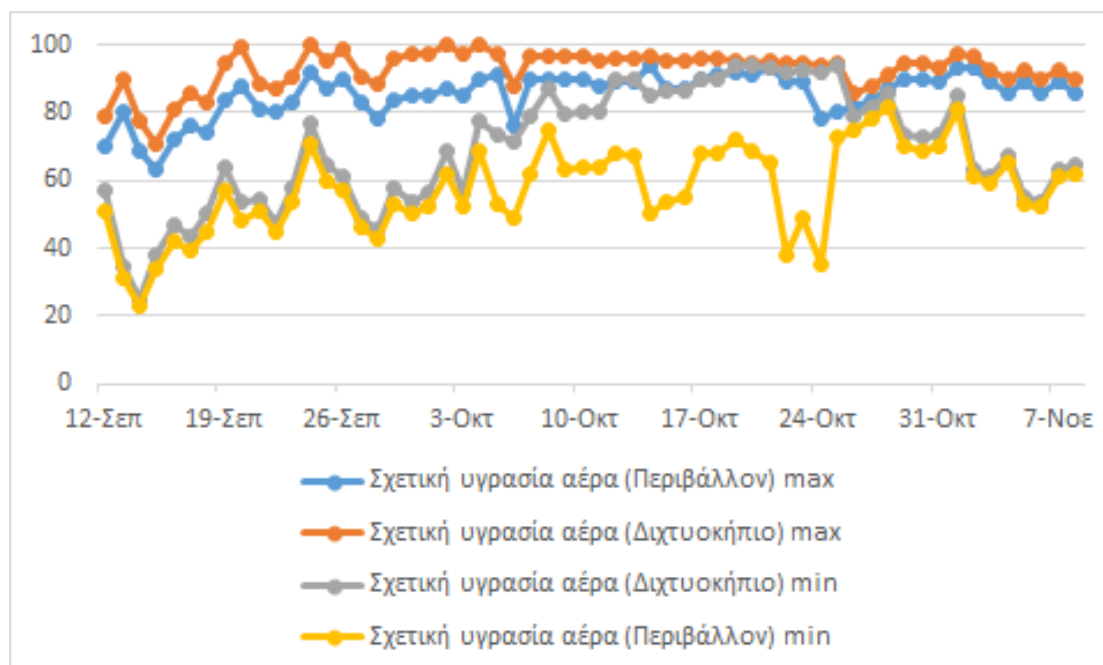


Εικόνα 3.16: Η εσωτερική διαμόρφωση στα δύο συστήματα εκτροφής κατά την έναρξη (12-9) του πειράματος (Σεπτέμβριος - Νοέμβριος).



Εικόνα 3.17: Διακύμανση μέσης θερμοκρασίας αέρα στα δύο συστήματα εκτροφής κατά την διάρκεια πάχυνσης σαλιγκαριών (Σεπτέμβριος - Νοέμβριος).

Η μέση ημερήσια εξωτερική θερμοκρασία (Εικόνα 3.17) κυμάνθηκε από 14°C έως 24,4°C, ενώ η αντίστοιχη εσωτερική από 12,9°C έως 23,9°C. Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα, οι τιμές της θερμοκρασίας του αέρα στο δικτυοκήπιο ήταν χαμηλότερες από τις εξωτερικές στο μεγαλύτερο διάστημα του πειράματος.



Εικόνα 3.18: Διακύμανση της σχετικής υγρασίας (max -min) στα δύο συστήματα εκτροφής κατά την διάρκεια πάχυνσης σαλιγκαριών (Σεπτέμβριος - Νοέμβριος).

Η σχετική υγρασία στο δικτυοκήπιο ήταν πάντα υψηλότερη από την σχετική υγρασία αέρα στην ανοιχτή εκτροφή (Εικόνα 3.18). Η μέγιστη τιμή στο δικτυοκήπιο

έφτασε στο 100%, με την αντίστοιχη εξωτερική τιμή να είναι 94%. Ακόμα, στον εξωτερικό χώρο καταγράφεται η χαμηλότερη τιμή 23% στις 14/9, ενώ στο διχτυοκηπίου η χαμηλότερη τιμή ήταν 25,22% την ίδια ημέρα.

Οι μεγαλύτερες αποκλίσεις καταγράφονται στις ελάχιστες τιμές υγρασίας όπου στα μέσα Οκτωβρίου η διαφορά του ποσοστού έφτασε το 54% (91,9% εντός διχτυοκηπίου – 35% εκτός στις 24/10).

3.3.1. Ηλικιακή Κλάση μεγάλων σαλιγκαριών (Γενιά Ιουνίου)

3.3.1.1. Παραγωγικά χαρακτηριστικά σαλιγκαριών

Κατά την έναρξη του πειράματος μεταφέρθηκαν στα εκτροφεία 1.500 σαλιγκάρια ηλικίας 3μ, με συνολικό βάρος 20,12 Kg. Στον πίνακα 3.17 παρουσιάζονται τα δεδομένα του αρχικού αριθμού και βάρους των σαλιγκαριών και η βιομάζα (kg ανά m²) ανά πειραματική σειρά.

Πίνακας 3.17: Αριθμός ζώων και βιομάζα ανά πειραματική σειρά κατά την έναρξη του πειράματος (12/09/2019). Μέσο βάρος και τυπική απόκλιση από N= 30 σαλιγκάρια για κάθε πειραματική σειρά.

A/A	Πειραματική Σειρά	Σύστημα εκτροφής	Μέσο βάρος (gr/σαλιγκάρι)	Αριθμός σαλιγκαριών	Kg/m ²
1	A23	Ανοιχτό	13,25 ± 2.11	500	3,31
2	A13	Ανοιχτό	14,00 ± 2,00	250	1,84
3	Δ23	Διχτυοκήπιο	12,65 ± 2.63	500	3,16
4	Δ13	Διχτυοκήπιο	13,17 ± 2.93	250	1,65

Το αρχικό βάρος των σαλιγκαριών των διαφορετικών μεταχειρίσεων ελέγχθηκε για την ύπαρξη στατιστικά σημαντικής διαφοράς με Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA). Αποδείχθηκε πως δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ των ζώων ίδιας ηλικίας ($p > 0,05$, sig. = 0,249 για 3μ) (Παράρτημα, Πίνακας V). Αντίστοιχα στον Πίνακα 3.18 φαίνονται τα ίδια αποτελέσματα στην λήξη του πειράματος (8/11/2019).

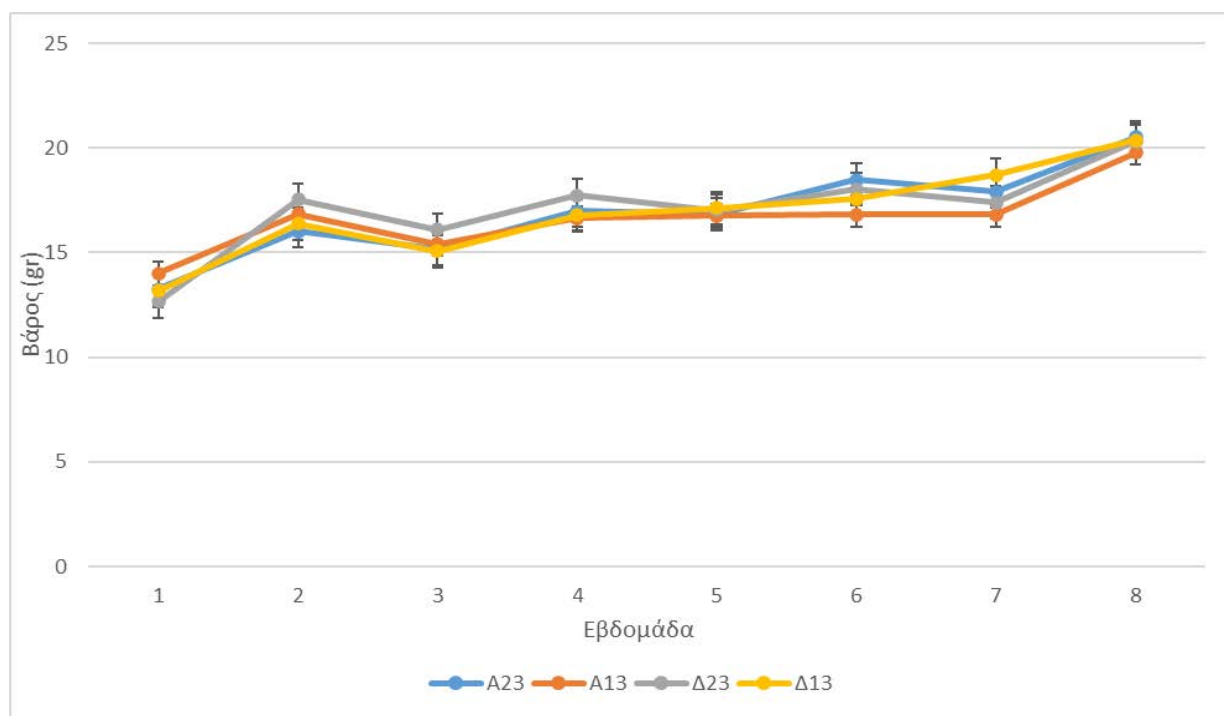
Πίνακας 3.18: Μέσο βάρος, αριθμός ζώων και βιομάζα ανά πειραματική σειρά κατά την λήξη του πειράματος (8/11/2019)

Πειραματική Σειρά	Σύστημα εκτροφής	Μέσο βάρος (gr)	Αριθμός σαλιγκαριών	Kg/m ²
A23	Ανοιχτό	18,82 ± 1,91	449	4,225
A13	Ανοιχτό	16,405 ± 2	205	1,681
Δ23	Διχτυοκήπιο	18,692 ± 2,63	456	4,262
Δ13	Διχτυοκήπιο	20,275 ± 2,93	220	2,23

Κατά την λήξη συλλέχθηκαν 1330 σαλιγκάρια που ζύγιζαν 27 Kg. Η μεγαλύτερη βιομάζα ήταν 4,26 Kg/m² και βρέθηκε στην πειραματική σειρά Δ23. Τα σαλιγκάρια με το μεγαλύτερο τελικό βάρος όμως βρέθηκαν στην πειραματική σειρά Δ13 με 20,28 gr. Για το τελικό βάρος των σαλιγκαριών των διαφορετικών μεταχειρίσεων πραγματοποιήθηκε έλεγχος με Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA), όπου αποδείχθηκε πως υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των ζώων της ίδιας ηλικιακής κλάσης (sig. = 0,00) (Παράρτημα, Πίνακας VI). Συγκεκριμένα, το τελικό μέσο βάρος των σαλιγκαριών της 2^{ης} πειραματικής σειράς ήταν το χαμηλότερο (Παράρτημα, Πίνακας VII)

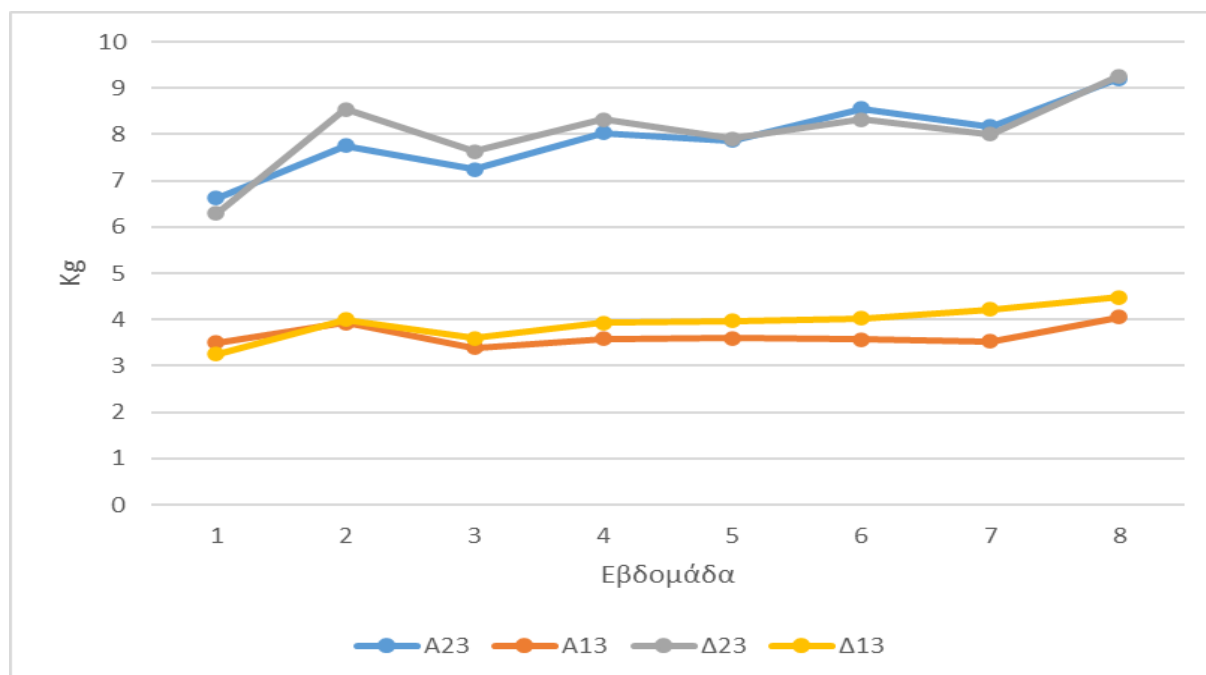
3.3.1.2. Μεταβολή βιομάζας

Στην εικόνα 3.19 διακρίνεται η μεταβολή του βάρους των σαλιγκαριών ηλικίας 3μ κατά την διάρκεια του πειράματος. Σε όλες τις πειραματικές σειρές παρατηρήθηκε αυξητική τάση στο μέσο βάρος των σαλιγκαριών (52,81%) με αποτέλεσμα το τελικό, να είναι ίσο ή και μεγαλύτερο από τα 20g.



Εικόνα 3.19: Εξέλιξη του μέσου βάρους των σαλιγκαριών κάθε πειραματικής σειράς ανά εβδομάδα (Πειραματικές σειρές: A23: μπλε, A13: πορτοκαλί, Δ23: γκρι, Δ13: κίτρινο)

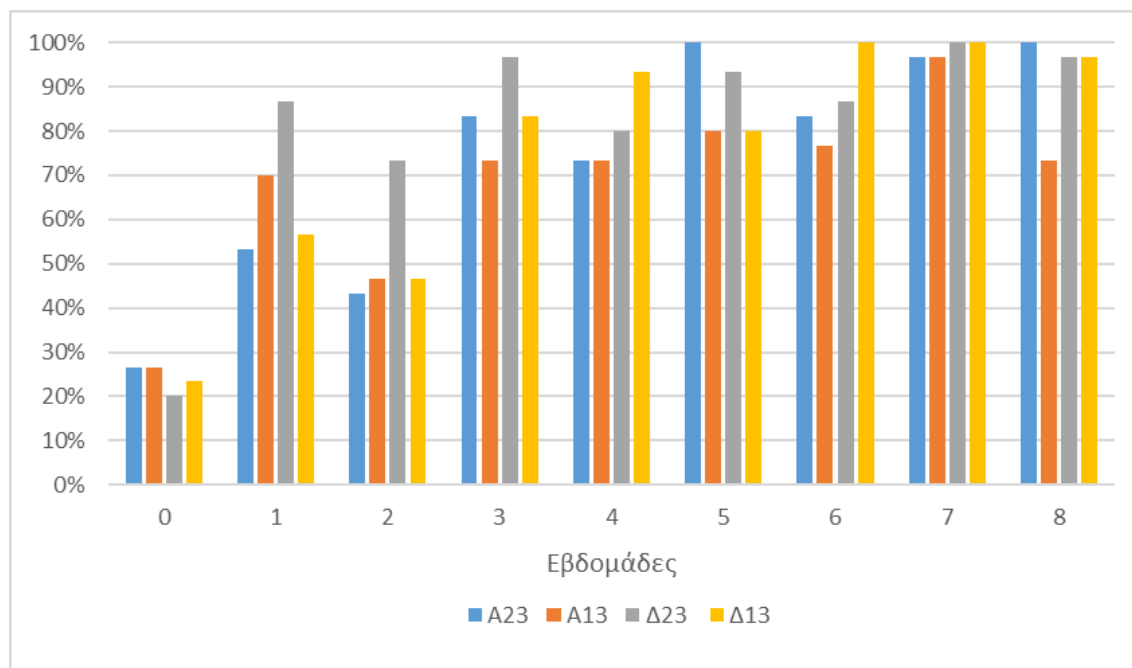
Στην Εικόνα 3.20 παρουσιάζεται η μεταβολή της βιομάζας (Kg/m^2). Συνολικά σημειώθηκε αύξηση της βιομάζας κατά 34,91% στα σαλιγκάρια της ηλικιακής κλάσης των 3 μηνών.



Εικόνα 3.20: Εξέλιξη της βιομάζας σε κάθε πειραματική σειρά ανά εβδομάδα (ηλικιακή κλάση μεγάλων, Πειραματικές σειρές A23, A13, Δ23, Δ13)

3.3.1.3. Ποσοστό εμπορεύσιμων σαλιγκαριών

Η εικόνα 3.21 παρουσιάζει το εβδομαδιαίο ποσοστό των σαλιγκαριών ανά πειραματική σειρά που έφταναν στο εμπορεύσιμο μέγεθος (>12gr), κατά την διάρκεια του πειράματος.

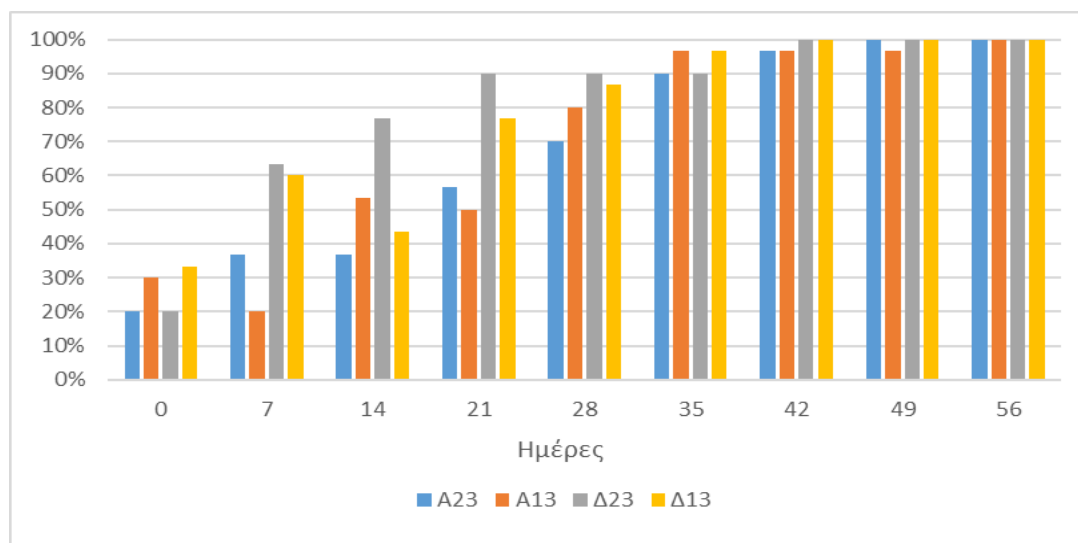


Εικόνα 3.21: Ποσοστό εμπορεύσιμων σαλιγκαριών (ηλικιακή κλάση – 3μ) ανά εβδομάδα

Στην έναρξη του πειράματος το 20% με 25% των σαλιγκαριών σε κάθε πειραματική σειρά ήταν άνω των 12gr. Ποσοστό από 50% έως 80%, είχε φτάσει το εμπορεύσιμο μέγεθος από το τέλος της πρώτης εβδομάδας εκτροφής όταν και τα σαλιγκάρια είχαν ξεπεράσει τους δύο (2) μήνες (γενιά Ιουνίου). Τα σαλιγκάρια της πειραματικής σειράς Δ23, παρέμειναν στα επίπεδα άνω του 50% από την πρώτη εβδομάδα και έως το τέλος. Στις υπόλοιπες, το ποσοστό εμπορεύσιμων σαλιγκαριών έπεσε την δεύτερη εβδομάδα αλλά από την τρίτη εβδομάδα και μετά το ποσοστό παρέμενε σε υψηλότερα επίπεδα του 50%. Δεν υπάρχει σημαντική διαφορά (Two – way ANOVA) στο ποσοστό εμπορεύσιμων σαλιγκαριών μεταξύ των διαφορετικών πυκνοτήτων (sig. = 0,631), αλλά ούτε και μεταξύ των δύο τύπων εκτροφής (sig. = 0,425) (Παράρτημα, Πίνακας VIII).

3.3.1.4. Ημέρες που απαιτούνται ως την ενηλικίωση των σαλιγκαριών

Στην Εικόνα 3.22, διακρίνονται οι ημέρες που απαιτούνταν ώστε να ενηλικιωθεί άνω του 50% του πληθυσμού σαλιγκαριών κάθε πειραματικής σειράς. Η εκτίμηση της επίτευξης αναπαραγωγικής ωριμότητας γινόταν με την παρατήρηση του γυρίσματος του περιστομίου.

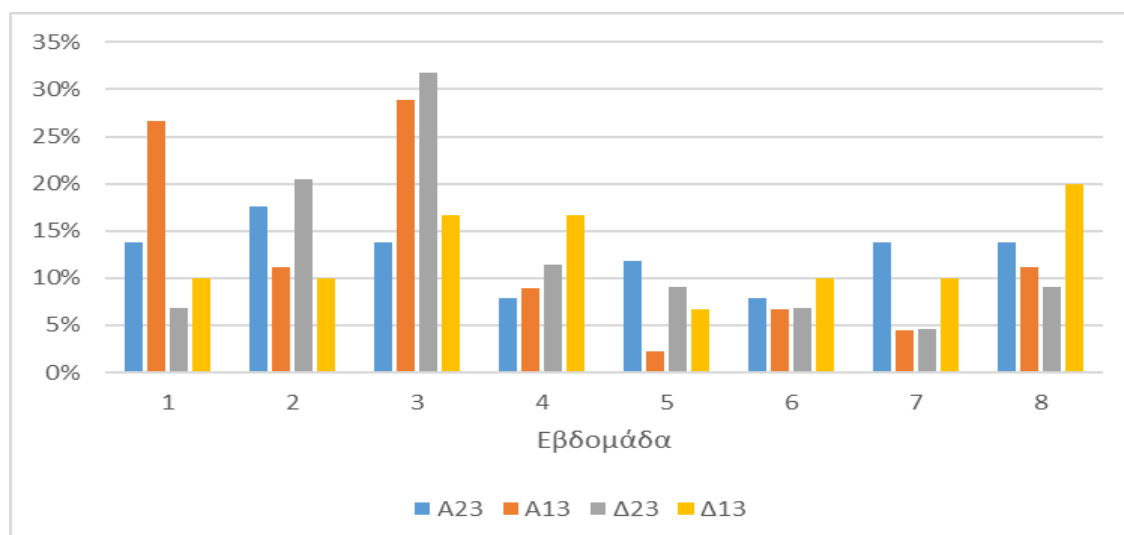


Εικόνα 3.22: Ημέρες μέχρι την ενηλικίωση σαλιγκαριών του είδους *Cornu aspersum maximum* (>50%) ηλικίας 3μ

Από την πρώτη κιόλας εβδομάδα στις πειραματικές σειρές A13 και Δ13 είχαμε ένα ποσοστό ενήλικων σαλιγκαριών. Όμως, στην πειραματική σειρά A13 την 2^η εβδομάδα παρατηρήθηκε μείωση του ποσοστού, λόγω της θνησιμότητας των μεγαλύτερων γαστερόποδων. Τα σαλιγκάρια αυτής της ηλικιακής κλάσης (3μ) εκκολάφθηκαν τον Ιούνιο, οπότε χρειάστηκαν 3 μήνες μέχρι την ενηλικίωσή τους. Η στατιστική ανάλυση με την μέθοδο two-way ANOVA δεν έδειξε στατιστική διαφορά για το ποσοστό ενηλικίωσης των σαλιγκαριών 3μ, ανάμεσα στις δύο πυκνότητες (sig. = 0,768) και τους δύο τύπους εκτροφής (sig. = 0,161) (Παράρτημα, Πίνακας X).

3.3.1.5. Ποσοστό θνησιμότητας

Η Εικόνα 3.23 παρουσιάζει το ποσοστό θνησιμότητας ανά πειραματική σειρά ανά εβδομάδα για τα σαλιγκάρια των 3μηνών.



Εικόνα 3.23: Ποσοστό θνησιμότητας σαλιγκαριών 3μηνών ανά εβδομάδα ανά πειραματική σειρά

Το μεγαλύτερο ποσοστό θνησιμότητας βρέθηκε στην πειραματική σειρά A13 στην ανοιχτή εκτροφή, (29%) κατά την τρίτη (3^η) εβδομάδα. Συνολικά η ίδια πειραματική σειρά που περιείχε ζώα 3μ είχε τελικά το υψηλότερο μέσο ποσοστό θνησιμότητας (18%). Το μεγαλύτερο ποσοστό σε όλη την διάρκεια του πειράματος, παρατηρήθηκε την τρίτη εβδομάδα στην πειραματική σειρά Δ23 που βρισκόταν εντός διχτυοκηπίου, και φτάνει το 32%. Σχεδόν σε όλες τις πειραματικές σειρές (εκτός της Δ13), τα μεγαλύτερα ποσοστά θνησιμότητας παρουσιάστηκαν τις 3 πρώτες εβδομάδες. Μεταξύ των διαφορετικών πειραματικών σειρών (πυκνότητα – σύστημα εκτροφής), δεν υπήρξε στατιστικώς σημαντική διαφορά όσον αφορά το τελικό ποσοστό θνησιμότητας (Παράρτημα, Πίνακας IX).

3.3.1.6. Εκτίμηση Ρυθμού αύξησης

Στον πίνακα 3.19 παρουσιάζεται ο ρυθμός αύξησης των ζώων 3μ ανά εβδομάδα. Ο υψηλότερος εμφανίστηκε στην πειραματική σειρά Δ23, ενώ ο χαμηλότερος στην A13.

Πίνακας 3.19: Ρυθμός αύξησης (gr/ημέρα/σαλιγκάρι) ανά εβδομάδα και συνολικά για τα σαλιγκάρια 3μ

Εβδομάδα	A23	A13	Δ23	Δ13
2η	0,251	0,090	0,560	0,326
3η	0,026	0,007	0,048	0,073
4η	0,213	0,173	0,078	0,117
5η	0,022	0,018	0,025	0,052
6η	0,152	0,003	0,056	0,061
7η	0,001	0,004	0,027	0,161
8η	0,370	0,424	0,300	0,240
Σύνολο (56 ημέρες)	0,129	0,090	0,137	0,129

Οι πειραματικές σειρές A23 και A13 παρουσίασαν μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης (gr/ημέρα/σαλιγκάρι) κατά την όγδοη (8^η) εβδομάδα. Αντίθετα, οι πειραματικές σειρές Δ23 και Δ13 παρουσίασαν υψηλότερη τιμή στον ρυθμό αύξησης κατά την 2^η εβδομάδα.

3.3.1.7. Παραγωγικοί Δείκτες

α) Αριθμός εμπορεύσιμων σαλιγκαριών ανά Kg

Όσον αφορά τους παραγωγικούς δείκτες, ο αριθμός εμπορεύσιμων σαλιγκαριών φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (3.20). Όσο χαμηλότερος είναι ο δείκτης, τόσο βαρύτερο είναι το κάθε σαλιγκάρι οπότε και το περιθώριο κέρδους του παραγωγού ανεβαίνει. Δηλαδή, όσο μεγαλύτερος ο αριθμός εμπορεύσιμων σαλιγκαριών ανά Kg, τόσο περισσότερα σαλιγκάρια θα πρέπει να συγκεντρώσει ο παραγωγός ώστε να πουλήσει ένα κιλό παραγωγής.

Πίνακας 3.20: Αριθμός Εμπορεύσιμων σαλιγκαριών/Kg

	Εμπορεύσιμα σαλιγκάρια/Kg	Τύπος Εκτροφής
A23	53,13	Ανοιχτός
A13	60,96	Ανοιχτός
Δ23	53,49	Διχτυοκήπιο
Δ13	49,32	Διχτυοκήπιο

Τον μικρότερο αριθμό εμπορεύσιμων σαλιγκαριών ανά κιλό (Πίνακας 3.20) τον βρήκαμε στην πειραματική σειρά Δ13 (49,32) στο διχτυοκήπιο ενώ αντίθετο τον υψηλότερο στην πειραματική σειρά Α13 (60,96).

b) Αναλογία ποδιού (φιλέτο) – σώματος σαλιγκαριού

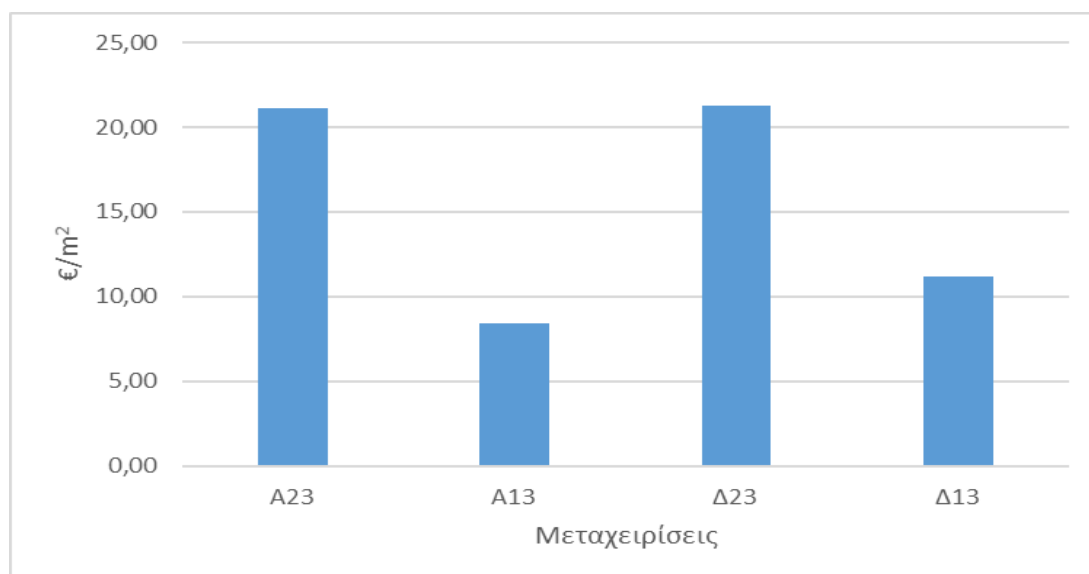
Το πόδι (φιλέτο), είναι το κατεξοχήν βρώσιμο μέρος του σαλιγκαριού. Οπότε είναι πολύ σημαντική η συσχέτιση του βάρους του με το υπόλοιπο σώμα του ζώου. Στον Πίνακα 3.21 παρουσιάζονται το μέσο βάρος, η διάμετρος, το βάρος του κελύφους αλλά και του ποδιού των σαλιγκαριών ανά πειραματική σειρά στο τέλος του περάματος. Επιπλέον, διακρίνεται το ποσοστό του βάρους του ποδιού ως προς το υπόλοιπο σώμα.

Πίνακας 3.21: Μέσο βάρος (*W*), μέση διάμετρος (*D*), βάρος κελύφους (*W*_{κελ}) και ποδιού (*W*_{ποδ.}) αλλά και ποσοστό του ως προς το συνολικό βάρος του σαλιγκαριού

	D (mm)	W(gr)	W(gr) κελ	W(gr) ποδ	W(%) ποδ
Α23	42,8	18,821	5,365	4,42	23,50
Α13	41,1	16,405	4,218	3,44	20,95
Δ23	41,69	18,692	4,906	3,99	21,37
Δ13	42,19	20,275	5,686	4,30	21,19

Παρατηρούμε στον πίνακα αυτό ότι το υψηλότερο ποσοστό βρέθηκε στην πειραματική σειρά Α23 (23,5%), ενώ το μικρότερο στην Α13 (20,95%).

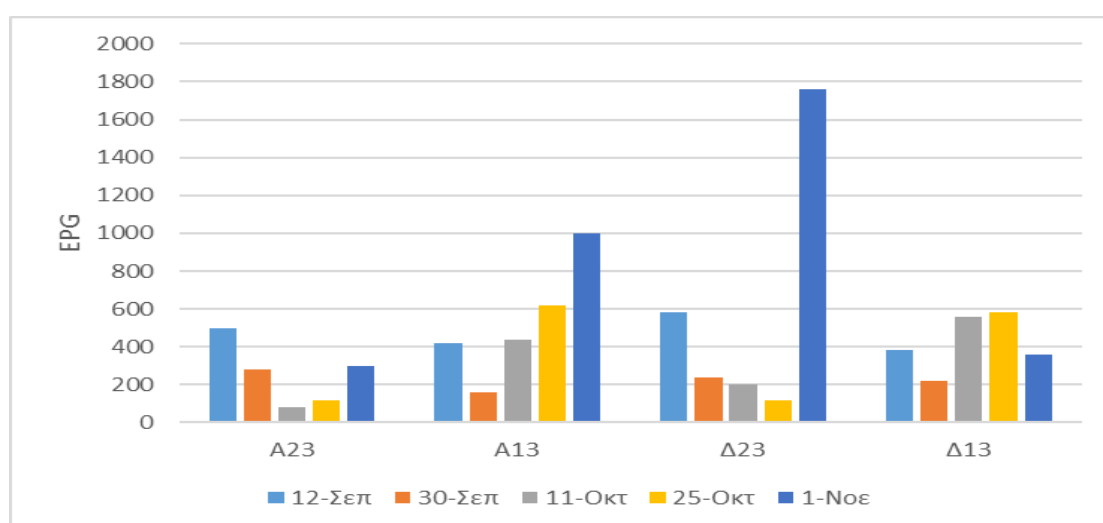
Όπως παρατηρούμε στην εικόνα 3.24, το μεγαλύτερο υπολογισμένο κέρδος ανά m² βρέθηκε στην πειραματική σειρά Δ23 το οποίο ήταν 21,31€. Αυτό σε μια μονάδα ενός στρέμματος αντιστοιχεί σε 21.310€. Η χαμηλότερη τιμή ήταν 8,41€ στην πειραματική σειρά Α13.



Εικόνα 3.24: Ακαθάριστο εισόδημα (€) ανά m² για κάθε πειραματική σειρά της πειραματικής εκτροφής.

3.3.1.8. Δείκτες Ευζωίας

Όπως έχει αναφερθεί, κατά την διάρκεια του πειράματος εκτροφής συλλέγονταν κόπρανα σαλιγκαριών από κάθε πειραματική σειρά ανά δύο (2) εβδομάδες τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την ανίχνευση αυγών παρασίτων με την μέθοδο McMaster. Στην Εικόνα 3.25 παρουσιάζεται ο αριθμός αυγών νηματωδών παρασίτων ανά υγρό γραμμάριο κοπράνων (EPG) σαλιγκαριών για κάθε πειραματική σειρά.



Εικόνα 3.25: Αριθμός αυγών νηματωδών παρασίτων ανά γραμμάριο κοπράνων σαλιγκαριών ανά πειραματική σειρά για σαλιγκάρια 3μ

Όπως φαίνεται η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται στην τελευταία μέτρηση της πειραματικής σειράς Δ23 (1760 EPG) (σαλιγκάρια εντός διχτυοκήπιου), ενώ η χαμηλότερη εμφανίζεται στην Α23, (3^η μέτρηση: 80 EPG). Επιπλέον, στο τέλος του πειράματος έγινε ανατομή είκοσι (20) σαλιγκαριών ανά πειραματική σειρά για την ανίχνευση παρουσίας νηματωδών παρασίτων (Πίνακας 3.22).

Πίνακας 3.22: Είδη ενήλικων νηματωδών παρασίτων, επιπολασμός (%) και όργανο στο οποίο βρέθηκαν σε σαλιγκάρια του είδους *Cornu aspersum maximum* 3μ

	Είδος παρασίτου	Επιπολασμός (%)	Όργανο	Τύπος εκτροφής
A23	<i>Alloionema appendiculatum</i>	40	Έντερο	Ανοιχτός
A13	-	0	-	Ανοιχτός
Δ23	<i>Alloionema appendiculatum</i>	80	Έντερο	Διχτυοκήπιο
Δ13	<i>Alloionema appendiculatum</i>	80	Έντερο	Διχτυοκήπιο
	<i>Phasmarhabditis hermaphrodita</i>	10	Έντερο	

Στο 75% των μεταχειρίσεων βρέθηκαν ενήλικα παράσιτα του είδους *A. appendiculatum* στο έντερο των σαλιγκαριών. Επιπλέον, στην πειραματική σειρά Δ13 βρέθηκε και ένα δεύτερο είδος νηματώδους παρασίτου, το *P. hermaphrodita*. Στην πειραματική σειρά Α13 δεν βρέθηκε κανένα ενήλικο νηματώδες παράσιτο. Οι πειραματικές σειρές Δ23 και Δ13 είχαν το μεγαλύτερο επιπολασμό (80%), για το νηματώδες παράσιτο *A. appendiculatum*). Στην πειραματική σειρά Α23 το ποσοστό έφτασε το 40%, η οποία ήταν και η μοναδική πειραματική σειρά από τον ανοιχτό σύστημα εκτροφής στην οποία βρέθηκαν νηματώδη παράσιτα. Ο επιπολασμός του νηματώδους παρασίτου *P. hermaphrodita* στην πειραματική σειρά Δ13 ήταν 10%.

3.3.2. Ηλικιακή Κλάση μικρών σαλιγκαριών (Γενιά Αυγούστου)

3.3.2.1. Παραγωγικά χαρακτηριστικά σαλιγκαριών

Κατά την έναρξη του πειράματος μεταφέρθηκαν στα εκτροφεία 1.500 σαλιγκάρια ηλικίας 1μ, με συνολικό βάρος 11,21 Kg. Στον πίνακα 3.23

παρουσιάζονται τα δεδομένα του αρχικού αριθμού και βάρους των σαλιγκαριών και η βιομάζα (kg ανά m²) ανά πειραματική σειρά.

Πίνακας 3.23: Αριθμός ζώων και βιομάζα ανά πειραματική σειρά κατά την έναρξη του πειράματος (12/09/2019). Μέσο βάρος και τυπική απόκλιση από N= 30 σαλιγκάρια για κάθε πειραματική σειρά.

A/A	Πειραματική Σειρά	Σύστημα εκτροφής	Μέσο βάρος (gr/σαλιγκάρι)	Αριθμός σαλιγκαριών	Kg/m ²
1	A21	Ανοιχτό	7,55 ± 1.86	500	1,89
2	A11	Ανοιχτό	7,61 ± 2.31	250	0,95
3	Δ21	Διχτυοκήπιο	7,69 ± 2.84	500	1,92
4	Δ11	Διχτυοκήπιο	7,51 ± 1.92	250	0,94

Το αρχικό βάρος των σαλιγκαριών των διαφορετικών μεταχειρίσεων ελέγχθηκε για την ύπαρξη σημαντικής διαφοράς με Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA). Αποδείχθηκε πως δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ των σαλιγκαριών ($p > 0,05$, sig. = 0,928 για 1μ) (Παράρτημα, Πίνακας XI). Αντίστοιχα στον Πίνακα 3.24 φαίνονται τα ίδια αποτελέσματα στην λήξη του πειράματος (8/11/2019).

Πίνακας 3.24: Μέσο βάρος, αριθμός ζώων και βιομάζα ανά πειραματική σειρά κατά την λήξη του πειράματος (8/11/2019)

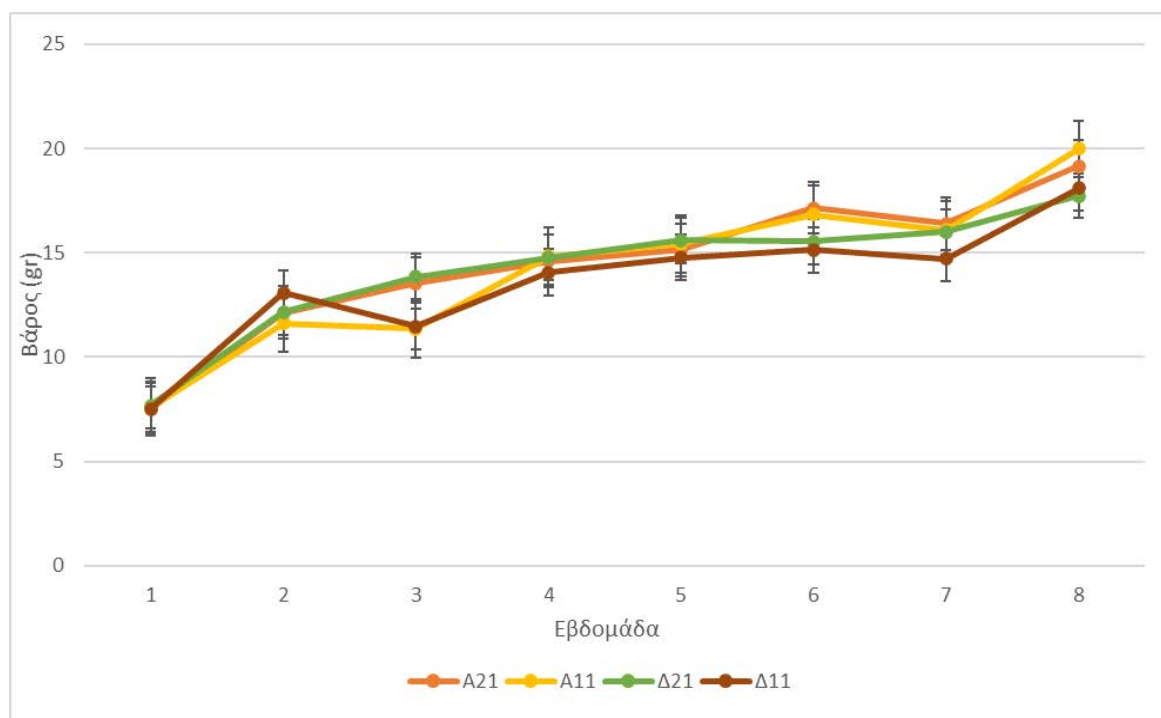
Πειραματική Σειρά	Σύστημα εκτροφής	Μέσο βάρος (gr)	Αριθμός σαλιγκαριών	Kg/m ²
A21	Ανοιχτό	16,149 ± 1,86	455	3,674
A11	Ανοιχτό	17,75 ± 2,31	219	1,944
Δ21	Διχτυοκήπιο	17,125 ± 2,84	457	3,913
Δ11	Διχτυοκήπιο	17,493 ± 1,92	215	1,88

Κατά την λήξη συλλέχθηκαν τελικά 1346 σαλιγκάρια 1μ συνολικού βάρους 25,1 Kg. Η μεγαλύτερη βιομάζα ήταν 3,91 Kg/m² στην πειραματική σειρά Δ21. Τα σαλιγκάρια με το μεγαλύτερο τελικό βάρος βρέθηκαν στην πειραματική σειρά A11 με 17,75 gr.

Για το τελικό βάρος των σαλιγκαριών των διαφορετικών πειραματικών σειρών πραγματοποιήθηκε έλεγχος για την ύπαρξη στατιστικά σημαντικής διαφοράς με Ανάλυση διακύμανσης (ANOVA). Αποδείχθηκε πως υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των ζώων της ίδιας ηλικιακής κλάσης (sig. = 0,026) (Παράρτημα, Πίνακας XII), με τα ζώα της πειραματική σειράς A21 να είναι τα μικρότερα (Παράρτημα, Πίνακας XIII).

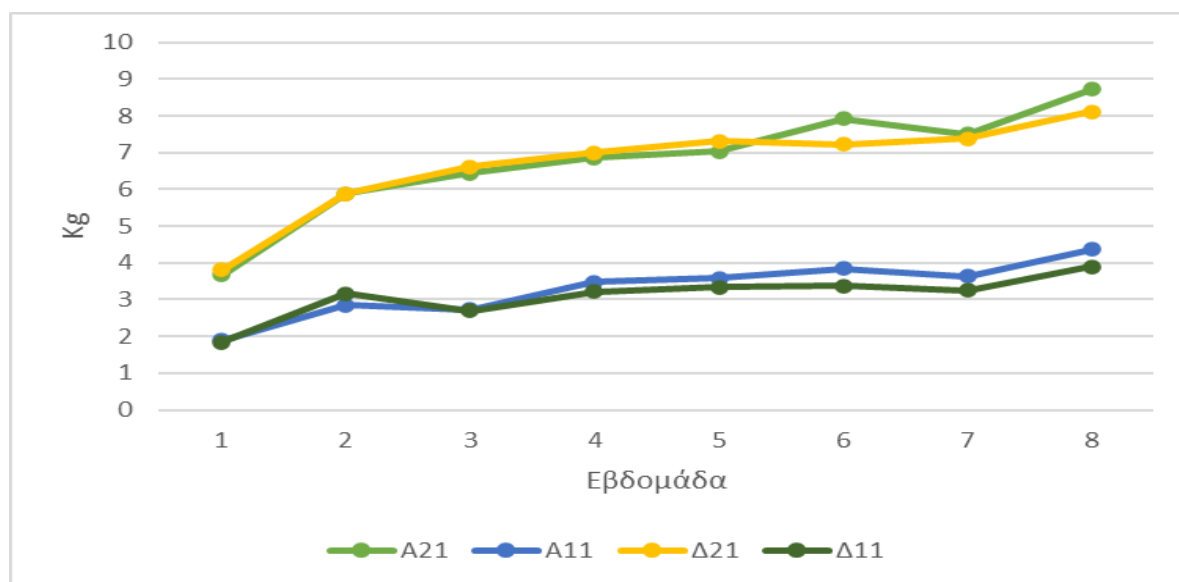
3.3.2.2. Μεταβολή βιομάζας

Αντίστοιχα, στην εικόνα 3.26, για τα σαλιγκάρια του 1 μήνα (γενιά Αυγούστου), παρατηρήθηκε πως το μέσο τελικό βάρος υπερδιπλασιάστηκε (146,9%) σε όλες τις πειραματικές σειρές τόσο εντός όσο και εκτός διχτυοκηπίου. Ειδικότερα η πειραματική σειρά A11 παρουσίασε την υψηλότερη αύξηση με ποσοστό 162,64%.



Εικόνα 3.26: Εξέλιξη του μέσου βάρους των σαλιγκαριών της ηλικιακής κλάσης των μικρών κάθε πειραματική σειράς ανά εβδομάδα (Πειραματικές σειρές: A21: πορτοκαλί, A11: κίτρινο, Δ21: πράσινο, Δ11: καφέ)

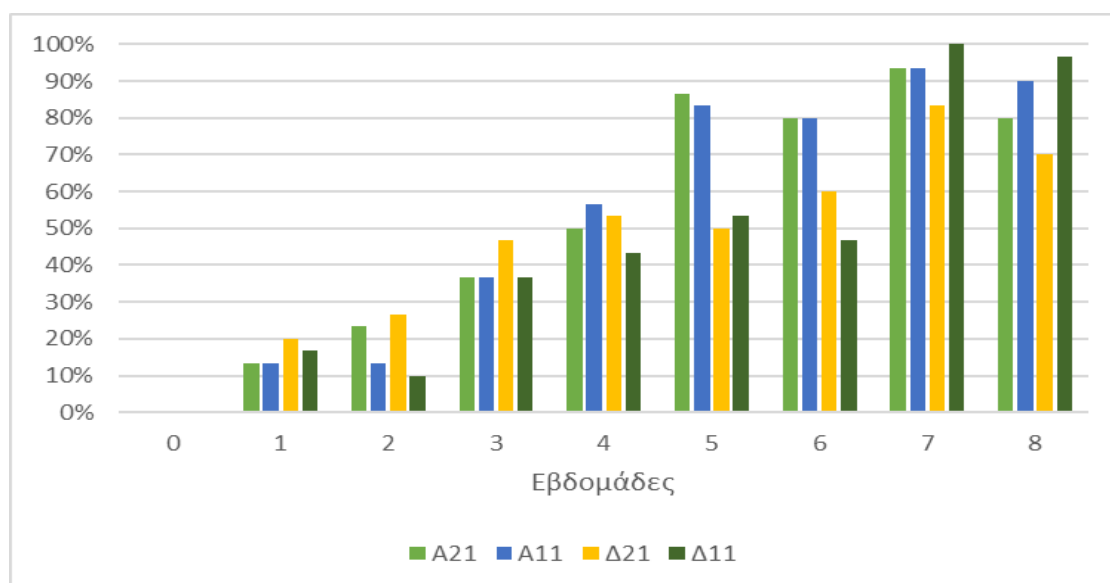
Η μεταβολή της βιομάζας (Kg/m^2) παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.27. Συνολικά στην ηλικιακή κλάση του 1 μ , η ποσοστιαία αύξηση ήταν πολύ μεγάλη (123,29%) με υψηλότερη τιμή στην πειραματική σειρά A21 (137,08%).



Εικόνα 3.27: Εξέλιξη της βιομάζας σε κάθε πειραματική σειρά ανά εβδομάδα (1 μ , Πειραματικές σειρές A21, A11, Δ21, Δ11)

3.3.2.3. Ποσοστό εμπορεύσιμων σαλιγκαριών

Στην εικόνα 3.28 παρουσιάζεται το ποσοστό των σαλιγκαριών ανά πειραματική σειρά που έφτασαν στο εμπορεύσιμο μέγεθος που είχαμε θέσει (>12gr) ανά εβδομάδα, καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος.

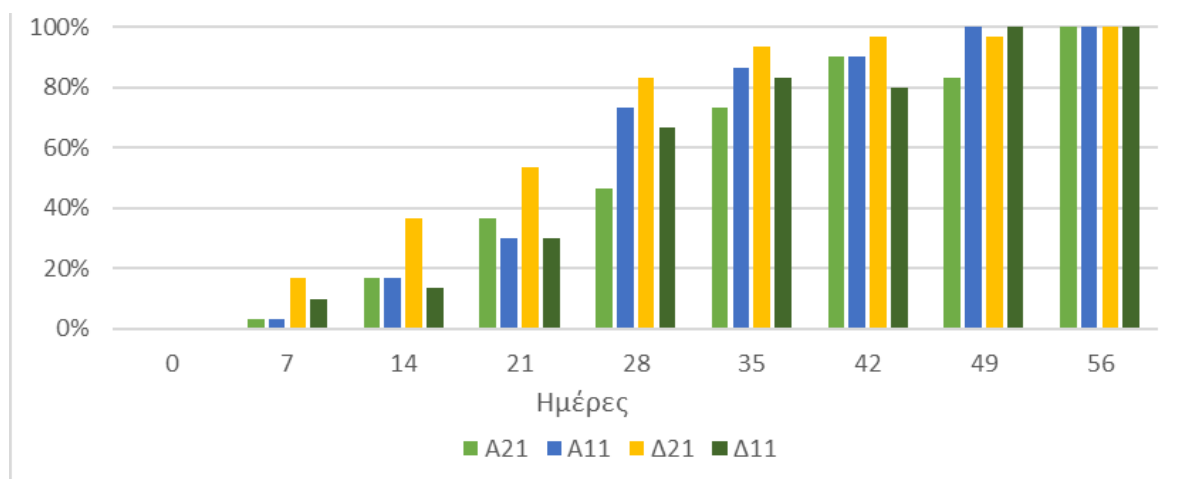


Εικόνα 3.28: Ποσοστό εμπορεύσιμων σαλιγκαριών (1 μ) ανά εβδομάδα

Στις τέσσερις (4) πειραματικές σειρές με σαλιγκάρια ηλικίας 1μ χρειάστηκαν τέσσερις (4) με πέντε (5) εβδομάδες για να φτάσουν στο εμπορεύσιμο μέγεθος, στο ποσοστό που είχαμε θέσει σαν όριο (>50%). Η σύγκριση που έγινε με την μέθοδο ANOVA, απέδειξε σημαντική στατιστική διαφορά στο ποσοστό εμπορεύσιμων σαλιγκαριών ηλικίας 3μ, σε σχέση με σαλιγκάρια ηλικίας 1μ (sig. = 0,026) στο τέλος της πειραματικής περιόδου. Αντίθετα δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά (Two – way ANOVA) στο ποσοστό εμπορεύσιμων σαλιγκαριών μεταξύ των διαφορετικών πυκνοτήτων (sig. = 0,83 1μ), αλλά ούτε και μεταξύ των δύο τύπων εκτροφής (sig. = 0,543) (Παράρτημα, Πίνακας XIV).

3.3.2.4. Ημέρες που απαιτούνται ως την ενηλικίωση των σαλιγκαριών

Στην εικόνα 3.29, διακρίνονται οι ημέρες που απαιτούνταν ώστε να ενηλικιωθεί άνω του 50% του πληθυσμού σαλιγκαριών κάθε πειραματική σειράς. Η εκτίμηση της επίτευξης αναπαραγωγικής ωριμότητας γινόταν με την παρατήρηση του γυρίσματος του περιστομίου.



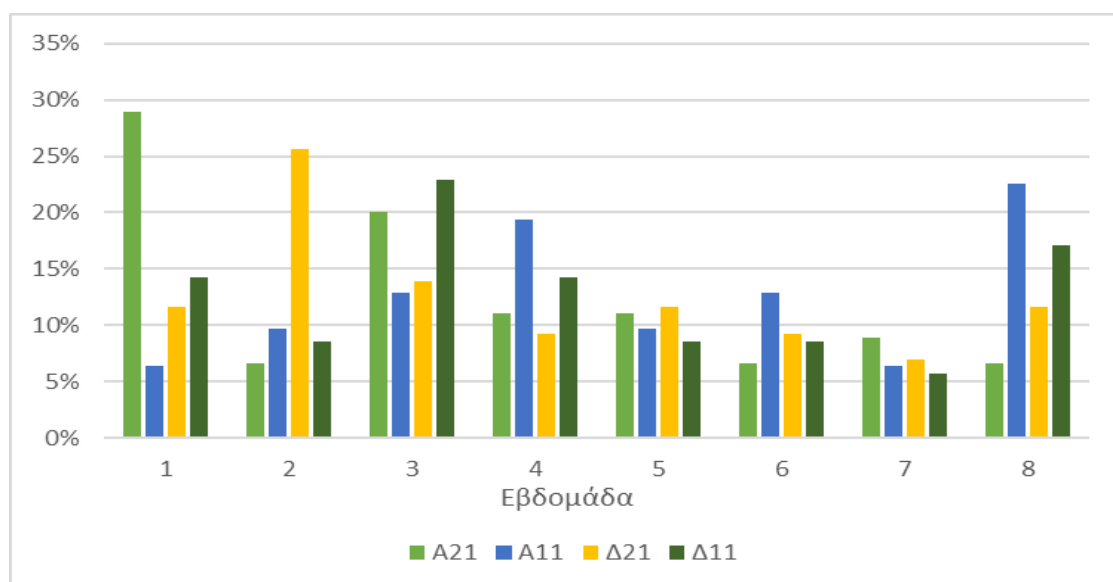
Εικόνα 3.29: Ημέρες μέχρι την ενηλικίωση σαλιγκαριών του είδους *Cornu aspersum maximum* (>50%) ηλικίας 1μ

Συνολικά, στις περισσότερες πειραματικές σειρές των σαλιγκαριών 1μ, χρειάστηκαν περίπου 2 μήνες από την εκκόλαψη ως τη στιγμή που επετεύχθη η

ενηλικίωση του 50% του πληθυσμού των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών. Εξαίρεση αποτελεί η πειραματική σειρά A21 όπου απαιτήθηκαν 5 εβδομάδες. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων με τη μέθοδο two - way ANOVA δεν έδειξε στατιστική σημαντική διαφορά μεταξύ των διαφορετικών πυκνοτήτων ($\text{sig} = 0,834$) αλλά ούτε και μεταξύ των δύο (2) τύπων εκτροφής ($\text{sig} = 0,596$) (Παράρτημα, Πίνακας XVII).

3.3.2.5. Ποσοστό θνησιμότητας

Η εικόνα 3.30 παρουσιάζει το ποσοστό θνησιμότητας ανά πειραματική σειρά ανά εβδομάδα για τα σαλιγκάρια του 1 μήνα.



Εικόνα 3.30: Ποσοστό θνησιμότητας σαλιγκαριών 1 μήνα ανά εβδομάδα ανά πειραματική σειρά

Στις πειραματικές σειρές των σαλιγκαριών 1μ, παρατηρήθηκαν υψηλότερα ποσοστά θνησιμότητας τις τρεις (3) πρώτες εβδομάδες του πειράματος (20% - 29%) εκτός της πειραματικής σειράς A11, στην οποία το ποσοστό θνησιμότητας έφτασε την υψηλότερη τιμή την τελευταία εβδομάδα (23%). Στο τέλος του πειράματος όμως η πειραματική σειρά με το μεγαλύτερο συνολικό ποσοστό νεκρών σαλιγκαριών ήταν η Δ11 με 14% (χαμηλή πυκνότητα). Αντίθετα, η πειραματική σειρά A21 είχε το μικρότερο μέσο ποσοστό θνησιμότητας (9%). Η ανάλυση των αποτελεσμάτων με τη μέθοδο two - way ANOVA δεν έδειξε στατιστική σημαντική διαφορά μεταξύ των

διαφορετικών πυκνοτήτων αλλά ούτε και μεταξύ των δύο (2) τύπων εκτροφής όσον αφορά το τελικό ποσοστό θνησιμότητας (Παράρτημα, Πίνακας XV).

3.3.2.6. Εκτίμηση ρυθμού αύξησης

Ο υψηλότερος ρυθμός αύξησης (Πίνακας 3.25) εμφανίστηκε στην πειραματική σειρά A11 (0,181 gr/ημέρα/σαλιγκάρι), ενώ ο χαμηλότερος στην A21. Επιπλέον, παρατηρούμε πως τρεις (3) πειραματικές σειρές (A21, Δ21, Δ11) παρουσίασαν μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης κατά την δεύτερη (2^η) εβδομάδα.

Πίνακας 3.25: Ρυθμός αύξησης (gr/ημέρα/σαλιγκάρι) ανά εβδομάδα και συνολικά για τα σαλιγκάρια 1μ

Εβδομάδα	A21	A11	Δ21	Δ11
2η	0,656	0,503	0,638	0,674
3η	0,200	0,031	0,241	0,095
4η	0,150	0,497	0,130	0,167
5η	0,077	0,086	0,119	0,102
6η	0,176	0,095	0,013	0,053
7η	0,004	0,035	0,045	0,154
8η	0,395	0,521	0,249	0,266
Σύνολο (56 ημέρες)	0,207	0,221	0,179	0,189

Την τέταρτη (4^η) εβδομάδα, παρατηρούμε τις πειραματικές σειρές A21 και Δ21 να έχουν σχεδόν ίδιο ρυθμό αύξησης (0,15 και 0,13 αντίστοιχα). Η διαφορά αυτών βρίσκεται στον τύπο εκτροφής, ενώ έχουν ίδια πυκνότητα (250 σαλιγκάρια). Σημαντικό είναι το γεγονός πως σε αυτήν την εβδομάδα φαίνεται η υψηλή πυκνότητα να ευνοεί το ρυθμό αύξησης των σαλιγκαριών καθώς οι άλλες δύο πειραματικές σειρές παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων με τη μέθοδο two - way ANOVA δεν έδειξε στατιστική σημαντική διαφορά μεταξύ των διαφορετικών πυκνοτήτων (sig = 0,955)

αλλά ούτε και μεταξύ των δύο (2) τύπων εκτροφής ($\text{sig} = 0, 618$) (Παράρτημα, Πίνακας XVI).

3.3.2.7. Παραγωγικοί δείκτες

a) Αριθμός εμπορεύσιμων σαλιγκαριών ανά Kg

Ο αριθμός εμπορεύσιμων σαλιγκαριών/Kg φαίνεται στον πίνακα 3.26. Τον μικρότερο αριθμό τον βρήκαμε στην πειραματική σειρά A11 (56,34) στην ανοιχτή εκτροφή ενώ ο μεγαλύτερος αριθμός σημειώθηκε στην πειραματική σειρά A21 (61,92).

Πίνακας 3.26: Αριθμός Εμπορεύσιμων σαλιγκαριών/Kg

	Εμπορεύσιμα σαλιγκάρια/Kg	Τύπος Εκτροφής
A21	61,92	Ανοιχτός
A11	56,34	Ανοιχτός
Δ21	58,39	Διχτυοκήπιο
Δ11	57,17	Διχτυοκήπιο

b) Αναλογία ποδιού (φιλέτο) – σώματος σαλιγκαριού

Στον Πίνακα 3.27 παρουσιάζονται το μέσο βάρος, η διάμετρος, το βάρος του κελύφους αλλά και του ποδιού των σαλιγκαριών ανά πειραματική σειρά στο τέλος του περάματος, ενώ υπολογίστηκε και το ποσοστό του βάρους του ποδιού ως προς το υπόλοιπο σώμα.

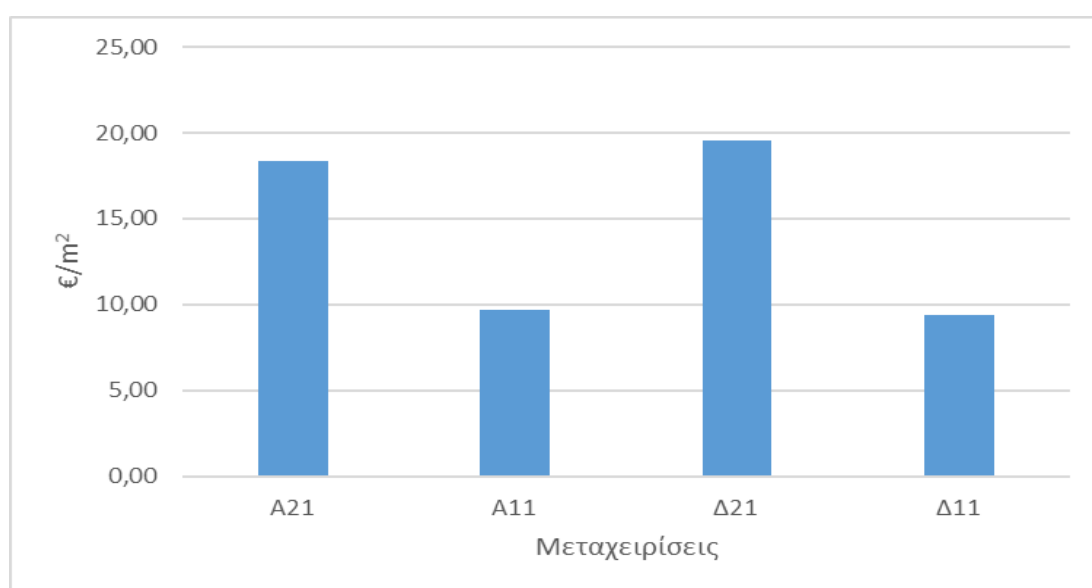
Πίνακας 3.27: Μέσο βάρος (W), μέση διάμετρος (D), βάρος κελύφους ($W_{\text{κελ}}$) και ποδιού ($W_{\text{ποδ}}$) αλλά και ποσοστό του ως προς το συνολικό βάρος του σαλιγκαριού

	D (mm)	W(gr)	W(gr) κελ	W(gr) ποδ	W(%) ποδ
A21	40,560	16,148	4,646	3,09	19,14
A11	42,19	17,75	4,826	4,25	23,96
Δ21	40,72	17,125	4,512	4,51	26,31
Δ11	41,49	17,493	4,104	4,34	24,82

Παρατηρούμε στον πίνακα αυτό ότι το υψηλότερο ποσοστό βρέθηκε στην πειραματική σειρά Δ21 (7, 26,31%), ενώ το μικρότερο στην A21 (3^η, 19,14%).

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων με τη μέθοδο ANOVA, δεν έδειξε στατιστική σημαντική διαφορά μεταξύ των διαφορετικών ηλικιών για την μεταβλητή του ποσοστού βάρους ποδιού ως προς το συνολικό βάρος (Παράρτημα, Πίνακας XVIII).

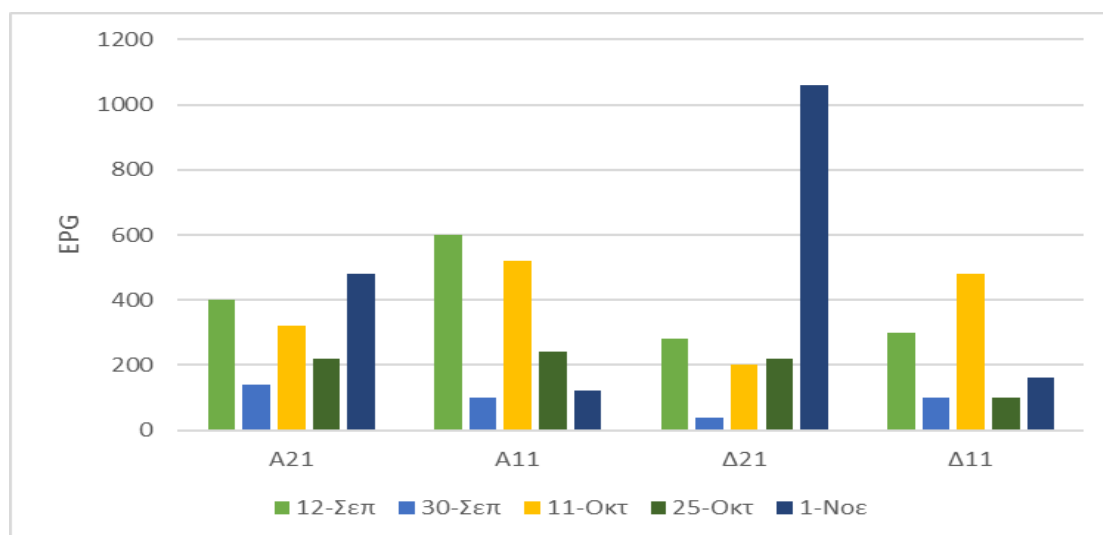
Όσον αφορά τα σαλιγκάρια 1μ, το μεγαλύτερο υπολογισμένο κέρδος ανά m^2 βρέθηκε στην πειραματική σειρά Δ21 το οποίο ήταν 19,56€ (Εικόνα 3.31). Αυτό σε μια μονάδα ενός στρέμματος αντιστοιχεί σε 19.560€. Η χαμηλότερη τιμή ήταν 9,40€ στην πειραματική σειρά Δ11.



Εικόνα 3.31: Ακαθάριστο εισόδημα(€) ανά m^2 για κάθε πειραματική σειρά της πειραματικής εκτροφής.

3.3.2.8. Δείκτες ευζωίας

Στην εικόνα 3.32 παρουσιάζεται ο αριθμός αυγών νηματωδών παρασίτων ανά γραμμάριο κοπράνων (EPG) για κάθε πειραματική σειρά της ηλικιακής κλάσης των σαλιγκαριών 1 μήνα. Η μεγαλύτερη τιμή σημειώθηκε στην πειραματική σειρά Δ21 στην τελευταία μέτρηση (1060 EPG). Επιπλέον, στην ίδια πειραματική σειρά παρατηρήθηκε και η χαμηλότερη τιμή EPG (40) την δεύτερη (2^η) εβδομάδα.



Εικόνα 3.32: Αριθμός αυγών νηματωδών παρασίτων ανά γραμμάριο κοπράνων σαλιγκαριών ανά πειραματική σειρά για σαλιγκάρια *1μ*

Στην ανατομή είκοσι (20) σαλιγκαριών ανά πειραματική σειρά που έγινε στο τέλος του πειράματος για τυχόν ανίχνευση παρουσίας νηματωδών παρασίτων (Πίνακας 3.28), οι πειραματικές σειρές A21 και A11 που βρίσκονται στο σύστημα ανοιχτής εκτροφής δεν εμφάνισαν ενήλικα νηματώδη παράσιτα.

Πίνακας 3.28: Είδη ενήλικων νηματωδών παρασίτων, επιπολασμός (%) και όργανο στο οποίο βρέθηκαν σε σαλιγκάρια του είδους *Cornu aspersum maximum 1μ*

Series	Είδος παρασίτου	Επιπολασμός (%)	Όργανο	Τύπος εκτροφής
A21	-	0	-	Ανοιχτός
A11	-	0	-	Ανοιχτός
Δ21	<i>Alloionema appendiculatum</i>	20	Έντερο	Διχτυοκήπιο
Δ11	<i>Alloionema appendiculatum</i>	20	Έντερο	Διχτυοκήπιο

Χαμηλό επιπολασμό (20%) παρουσίασαν τα ζώα στις πειραματικές σειρές Δ21 και Δ11 εντός διχτυοκηπίου. Σημαντικό είναι το γεγονός πως στα σαλιγκάρια όλων των πειραματικών σειρών εντός του διχτυοκηπίου βρέθηκαν νηματώδη παράσιτα. Αντίθετα σαλιγκάρια μόλις σε μία μεταχείριση (A23) της ανοιχτής εκτροφής βρέθηκαν θετικά σε παρασιτισμό.

3.3.3. Διμερής συσχέτιση Pearson (bivariate Pearson Correlation)

Η Διμερής συσχέτιση Pearson (bivariate Pearson Correlation) πραγματοποιήθηκε για όλους τους βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες (βάρος, διάμετρος, πυκνότητα, θνησιμότητα, χρόνος ενηλικίωσης, κλιματικές συνθήκες).

Οι κλιματικές συνθήκες συσχετίζονται θετικά ή αρνητικά με πολλές μεταβλητές (Πίνακας 3.29). Θετική συσχέτιση παρουσιάστηκε μεταξύ της μέσης θερμοκρασίας αέρα και του ρυθμού αύξησης των σαλιγκαριών (0,344) και αρνητική συσχέτιση μέσης θερμοκρασίας - ποσοστού ενήλικων σαλιγκαριών (-0,806). Ακόμα, το ποσοστό θνησιμότητας έδειξε θετική συσχέτιση με την μέση θερμοκρασία (0,450). Τέλος, η σχετική υγρασία (μέγιστη και ελάχιστη) συσχετίζεται θετικά με το μέσο βάρος (0,408 και 0,416 αντίστοιχα) και την διάμετρο του κελύφους των σαλιγκαριών, αλλά και με τα ποσοστά ενήλικων και εμπορεύσιμων. Επιπροσθέτως, η ελάχιστη υγρασία παρουσίασε αρνητική συσχέτιση με το ποσοστό θνησιμότητας (-0,357) και η μέγιστη υγρασία με το ρυθμό αύξησης. Όπως φαίνεται, το ποσοστό θνησιμότητας (-0,316) και ο ρυθμός αύξησης των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών (-0,405 με επίπεδο σημαντικότητας 0,01), έχουν αρνητική συσχέτιση με τον χρόνο (διάρκεια εκτροφής). Θετική συσχέτιση παρουσίασε το ποσοστό ενήλικων σαλιγκαριών (0,851), η αύξηση του μέσου βάρους (0,763) και της διαμέτρου (0,801) με τον χρόνο εκτροφής. Επιπλέον, η θνησιμότητα, παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση (-0,314) με το ποσοστό ενήλικων σαλιγκαριών (Πίνακας 3.30).

Όσον αφορά την μεταβλητή της συνολικής παραγωγής, είχε θετική συσχέτιση με την πυκνότητα (0,822). Οι πειραματικές σειρές με την υψηλότερη πυκνότητα οδήγησαν σε αυξημένη συνολική παραγωγή ανεξάρτητα του συστήματος εκτροφής ή της ηλικιακής κλάσης των σαλιγκαριών.

Πίνακας 3.29: Συσχέτιση Pearson για την αξιολόγηση των στατιστικών στοιχείων για την γραμμική σχέση μεταξύ των κλιματικών δεδομένων και των παραγωγικών μεταβλητών καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος.

	Συνολική παραγωγή (kg)	Ρυθμός αύξησης (gr/day/snail)	Μέσο βάρος (gr)	Μέση διάμετρος (mm)	Εμπορεύσιμα σαλιγκάρια (%)	Ενήλικα σαλιγκάρια (%)	Θνησιμότητα (%)
Μέση θερμοκρασία	-,316*	,344**	-,648**	-,720**	-,693**	-,806**	,450**
Μέγιστη υγρασία (%)	0,206	-,349**	,408**	,433**	,387**	,538**	-0,108
Ελάχιστη υγρασία (%)	0,205	-0,187	,416**	,546**	,445**	,623**	-,357**
** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).							
* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).							

Πίνακας 3.30: Συσχέτιση Pearson για την αξιολόγηση των στατιστικών στοιχείων για την γραμμική σχέση μεταξύ των παραγωγικών μεταβλητών καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος.

	Χρόνος	Συνολική παραγωγή (kg)	Ρυθμός αύξησης (gr/day/snail)	Μέσο βάρος (gr)	Μέση διάμετρος (mm)	Εμπορεύσιμα σαλιγκάρια (%)	Πυκνότητα	Ενήλικα σαλιγκάρια (%)	Θνησιμότητα (%)
Χρόνος									
Συνολική παραγωγή (kg)	,370**								
Ρυθμός αύξησης (gr/day/snail)	-,481**	-,354**							
Μέσο βάρος (gr)	,763**	,522**	-,728**						
Μέση διάμετρος (mm)	,801**	,496**	-,533**	,930**					
Εμπορεύσιμα σαλιγκάρια (%)	,782**	,497**	-,580**	,936**	,891**				
Πυκνότητα	0	,862**	,007	,049	,06	,055			0
Ενήλικα σαλιγκάρια (%)	,851**	,437**	-,476**	,840**	,917**	,868**	,043		
Θνησιμότητα (%)	-,316*	-1,108	,058	-1,154	-,212	-,217	0	-,314*	

Στον πίνακα 3.31 παρουσιάζεται η στατιστική επεξεργασία των μεταβλητών που προέκυψαν μετά την ανατομία των σαλιγκαριών στο τέλος του πειράματος. Επιπλέον, στον ίδιο πίνακα φαίνονται τα τελικά αποτελέσματα του παρασιτικού ελέγχου για την ίδια χρονική περίοδο.

Ο δείκτης εντατικότητας που παρουσιάζεται στον πίνακα 3.31 παρουσιάζει την διαφορά μεταξύ ανοιχτής εκτροφής και διχτυοκηπίου. Η ανοιχτή εκτροφή είναι εκτατική καθώς έχει λιγότερες εισροές ενώ είναι απόλυτα εκτεθειμένη στις καιρικές συνθήκες της εκάστοτε περιοχής. Αντίθετα, στο διχτυοκήπιο τα σαλιγκάρια είναι περισσότερο προστατευμένα από εχθρούς, ενώ και το μικροκλίμα είναι ημιελεγχόμενο. Η εντατικότητα του συστήματος εκτροφής παρουσίασε θετική συσχέτιση με το μέσο βάρος του σαλιγκαριού (0,212) αλλά και με το βάρος ποδιού (0,202) ενώ αρνητικά συσχετίστηκε με τον ρυθμό αύξησης τους (-0,288).

Και στις τρεις (3) μεταβλητές, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά αλλά με μικρούς συντελεστές. Οπότε η εντατικοποίηση του συστήματος επηρεάζει την αύξηση του βάρους των σαλιγκαριών και τον ρυθμό αύξησης, αλλά σε μικρότερο βαθμό. Στην εκτατική εκτροφή παρατηρήθηκε γρηγορότερη αύξηση από ένα σημείο και έπειτα. Δηλαδή στις πειραματικές σειρές εντός διχτυοκηπίου τα σαλιγκάρια είχαν υψηλότερο μέσο βάρος στο τέλος του πειράματος και μεγαλύτερο βάρος του βρώσιμου μέρους (πόδι).

Ο αριθμός των αυγών παρασίτων ανά γραμμάριο κοπράνων (EPG), είχε αρνητική συσχέτιση με την διάμετρο των σαλιγκαριών (-0,139). Αυτό μας δείχνει πως αυγά παρασίτων βρίσκονται σε μεγαλύτερους αριθμούς στα κόπρανα του γόνου ή των σαλιγκαριών μεσαίας ηλικίας (παχυνόμενα).

Αντίθετα, η πυκνότητα και η εντατικοποίηση του συστήματος εκτροφής έδειξαν θετική συσχέτιση με τον αριθμό αυγών παρασίτων. Όσον αφορά το ποσοστό επιπολασμού των νηματωδών παρασίτων, δείχνει να επηρεάζεται θετικά από το μέσο βάρος του σαλιγκαριού (0,422, επίπεδο σημαντικότητας 0,05), το βάρος του ποδιού (φιλέτο) αλλά και το βάρος του ήπατος. Επιπλέον, θετική συσχέτιση με το ποσοστό αυτό, έχουν η διάμετρος, η πυκνότητα σε κάθε πειραματική σειρά (0,158) και η εντατικοποίηση του συστήματος εκτροφής (0,632).

Πίνακας 3.31: Συσχέτιση Pearson για την αξιολόγηση των στατιστικών στοιχείων για την γραμμική σχέση μεταξύ των μεταβλητών στο τέλος του πειράματος.

	Μέσο βάρος (g)	Διάμετρος (mm)	Ρυθμός αύξησης (g/day/snail)	Βάρος κελύφους	Βάρος ποδιού	Βάρος ήπατος	Βάρος λευκομ.	Πυκνότητα	Εντατικότητα συστήματος	EPG	Επιπολασμός
Μέσο βάρος (g)											
Διάμετρος (mm)	,713**										
Ρυθμός αύξησης (g/day/snail)	-,202**	-,016									
Βάρος κελύφους	,520**	,340**	-,230**								
Βάρος ποδιού	,377**	,256**	-,139*	,363**							
Βάρος ήπατος	,564**	,409**	-,207**	,283**	,380**						
Βάρος λευκομ.	,433**	,103	-,086	,212**	,083	,147*					
Πυκνότητα	-,054	-,078	-,158*	,058	-,033	-,032	,038				
Εντατικότητα συστήματος	,212**	-,043	-,288**	,015	,202**	,294**	,141*	0,000			
EPG	-,035	-,139*	-,020	-,056	-,074	,044	,172**	,459**	,337**		
Επιπολασμός (%)	,422**	,185**	-,334**	,267**	,155*	,295**	,283**	,158*	,632**	,361**	

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1. Βιωσιμότητα και διαχείριση των συστημάτων εκτροφής σαλιγκαριών στην Ελλάδα

Στο πρώτο μέρος της παρούσας διδακτορικής διατριβής, διερευνήθηκε η βιωσιμότητα και η διαχείρισης των συστημάτων εκτροφής σαλιγκαριών στην Ελλάδα σε δείγμα 29 εκτροφείων με την χρήση δεδομένων ερωτηματολογίων και δειγματοληψιών. Αυτή είναι η πρώτη (1η) έρευνα που ταξινομεί εκτροφές σαλιγκαριών στην Ελλάδα και τις περιγράφει λεπτομερώς (τυπολογία).

Η τρέχουσα μελέτη έδειξε ότι η μέση ηλικία του εκτροφέα σαλιγκαριών στην Ελλάδα ήταν 44,5 έτη (το 2017) με μόλις πέντε έως έξι χρόνια εμπειρίας σε αυτόν τον τομέα. Η σαλιγκαροτροφία δεν είναι η μόνη πηγή εισοδήματος, καθώς ένα συντριπτικό ποσοστό (87%) έχει και δεύτερη εργασία. Αυτό το αποτέλεσμα μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός ότι η εκτροφή σαλιγκαριών είναι ένας σχετικά νέος τομέας της ζωικής παραγωγής (Hatzioannou et al., 2014).

Η μέση έκταση που καταλαμβάνουν τα εκτροφεία σαλιγκαριών ήταν 3838 m², αποτελούμενη από 2593 m² ωφέλιμης επιφάνειας και 1250 m² μη ωφέλιμης. Παρόμοια ήταν τα τελευταία διαθέσιμα στοιχεία του ελληνικού Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (Anonymus, 2012). Σύμφωνα με αυτά, το μέσο μέγεθος των εκτροφείων το 2012 ήταν μικρό (8.200 m² για τις ανοιχτές εκτροφές και 1.800 m² για τα διχτυοκήπια), ενώ πολύ λίγα είχαν μέγεθος μεγαλύτερο από 15.000 m². Η μέση διάρκεια λειτουργίας των εκτροφείων ξεπέρασε τους οκτώ μήνες και η μέση ετήσια παραγωγή ήταν 1597 kg νωπών σαλιγκαριών.

Παρόμοια με άλλες ευρωπαϊκές χώρες (Dupont-Nivet et al., 2000; Segade et al., 2011), τα κύρια είδη σαλιγκαριών που εκτρέφονται στην Ελλάδα είναι το *Cornu aspersum aspersum* και το *Cornu aspersum maximum*, τα οποία είναι αναγνωρισμένης εμπορικής αξίας (Tsoutsos et al., 2009; Morei, 2012; Oikonomou et al., 2012; Hatzioannou et al., 2014).

Η ταξινόμηση των συστημάτων εκτροφής στην Σαλιγκαροτροφία περιλαμβάνει από τα εκτατικά με λίγες απαιτήσεις, έως τα εντατικά αγροκτήματα με μεγάλη παραγωγή και υψηλή αρχική επένδυση. Η παρούσα μελέτη κατέγραψε πέντε συστήματα εκτροφής στην Ελλάδα και συγκεκριμένα: 1) υπερυψωμένες ενότητες (εντατικό), 2) διχτυοκήπιο (εντατικό), 3) μικτό σύστημα με διχτυοκήπιο (εντατικό), 4) ανοιχτή εκτροφή (εκτατικό) και 5) μικτό σύστημα με ανοιχτό αγρό (ημι-εντατικό). Ορισμένα έχουν περιγραφεί σε προηγούμενες μελέτες στην Ελλάδα (Gogas et al., 2003; Hatzioannou et al., 2014; Apostolou et al., 2016). Το πιο διαδεδομένο σύστημα στην Ελλάδα ήταν το διχτυοκήπιο (38%) και η ανοιχτή εκτροφή (38%). Τα περισσότερα διχτυοκήπια βρέθηκαν στην Κεντρική Μακεδονία (45%) και ακολούθως στην Θεσσαλία (27%). Οι ανοιχτές εκτροφές βρέθηκαν κυρίως στη Δυτική Μακεδονία (45%).

Ένα μικτό σύστημα με ανοιχτό αγρό είχε τη χαμηλότερη παραγωγή (528,5 κιλά νωπών σαλιγκαριών ετησίως). Αντίθετα την υψηλότερη παρουσιάζει η εκτροφή σε υπερυψωμένες ενότητες (2.500 κιλά νωπών σαλιγκαριών ετησίως) ενώ η παραγωγή των υπόλοιπων συστημάτων είναι παρόμοια και κυμαίνεται από 1.359 έως 1.914 κιλά νωπών σαλιγκαριών ετησίως. Η ετήσια παραγωγή των εκτροφείων συσχετίζεται θετικά με την εντατικοποίηση της μονάδας. Έτσι, η παραγωγικότητα φαίνεται να μειώνεται από τις υπερυψωμένες ενότητες (2,04 kg/m²/έτος) στο μικτό σύστημα με ανοιχτό αγρό (0,067

kg/m²/έτος). Τέλος, η παραγωγικότητα ανά ωφέλιμη επιφάνεια ήταν 4,077 kg/m²/έτος στις υπερυψωμένες ενότητες και η ελάχιστη 0,101 kg/m²/έτος σε μικτό σύστημα με ανοιχτό αγρό. Η παραγωγικότητα ανά ωφέλιμη επιφάνεια (0,101 – 4,077 kg/m²/έτος) ήταν μικρότερη από αυτή της μελέτης του Daguzan (1985) (1,19 - 2,75 kg/m²/έτος) σε μικτή εκτροφή (αναπαραγωγή σε ελεγχόμενες συνθήκες και πάχυνση σε ανοιχτό αγρό). Αυτός ο δείκτης είναι πολύ πιο ακριβής σχετικά με την πραγματική έκταση όπου τα σαλιγκάρια μπορούν να διασκορπιστούν. Αυτό συμβαίνει καθώς λαμβάνει υπόψιν μόνο τον ωφέλιμο χώρο στον οποίον γίνεται η τροφοληψία, η αναπαραγωγή και η δραστηριότητα των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών. Επιπλέον, προσδίδει την δυνατότητα στον παραγωγό να ελέγχει τις μικροκλιματικές συνθήκες (θερμοκρασία, σχετική υγρασία) οι οποίες αν δεν είναι ιδανικές περιορίζουν την δραστηριότητα των ζώων (Χατζηιωάννου και Στάικου, 2015).

Τα αποτελέσματα της μελέτης μας, έδειξαν ότι οι εντατικές εκμεταλλεύσεις έχουν υψηλότερη παραγωγικότητα. Αυτό έρχεται σε συμφωνία με προηγούμενα πειράματα, στα οποία όλα τα σαλιγκάρια που εκτρέφονται υπό εργαστηριακές συνθήκες, ενηλικιώνονται. Πολύ υψηλό ποσοστό ενηλικίωσης παρατηρείται και όταν η πάχυνση γίνεται σε διχτυοκήπια, (80% της συνολικής παραγωγής) (Lucarz et Gomot, 1985). Επιπλέον, το μικρό μέγεθος δείγματος περιορίζει την αξιολόγηση της διαχείρισης και των δομικών συνιστωσών που επηρεάζουν την παραγωγή σαλιγκαριών.

Η μέση διάρκεια της ετήσιας λειτουργίας των εκτροφείων ήταν από επτά (7) έως εννέα (9) μήνες. Σύμφωνα με άλλες μελέτες, κατά την εντατική εκτροφή, χρειάστηκαν 4 έως 5 μήνες για να φτάσουν τα σαλιγκάρια σε εμπορεύσιμο μέγεθος (Lazaridou-Dimitriadou et al., 1998). Όμως, η αύξηση διάρκειας της περιόδου εκτροφής

(περισσότερο από 5 μήνες) έχει αποδειχθεί ότι επιβραδύνει την αύξηση των σαλιγκαριών και καθυστερεί την ενηλικίωσή τους (Dupont - Nivet et al., 2000).

Το υπόστρωμα στα εκτροφεία είναι είτε φυσικό (χώμα, χώμα με καλλιεργούμενα φυτά) ή τεχνητό (χαλίκι). Ως επί το πλείστον οι εκτροφείς καλλιεργούν στο έδαφος πλατύφυλλα φυτά. Στους θαλάμους αναπαραγωγής που υπάρχουν στις μικτές εκτροφές, τα σαλιγκάρια διατηρούνται σε κλωβούς με πάτωμα από πλαστική σίτα (Χατζηγιάννου και Στάικου, 2015). Τα πλατύφυλλα φυτά που καλλιεργούνται στο υπόστρωμα χρησιμοποιούνται επίσης ως τροφή, σε συνδυασμό με εμπορικό σιτηρέσιο. Όπως έχει περιγραφεί και σε προηγούμενες μελέτες (Bonnet et al., 1990; Garcia et al., 2006) τα σαλιγκάρια του είδους *Cornu aspersum* που τρέφονταν μόνο με πράσινα λαχανικά είχαν βραδύτερη ανάπτυξη και στο τέλος του πειράματος, ζύγιζαν έντεκα (11) φορές χαμηλότερα από αυτά που έτρωγαν συνδυασμό φυτών με σιτηρέσιο. Επιπρόσθετα, οι Garcia et al. (2005) δοκίμασαν πρωτεΐνη από σιτάρι και δημητριακά σε ποσοστό 13,8% επί του σιτηρεσίου και σύγκριναν αυτό το τεχνητό σιτηρέσιο με φρέσκα φύλλα λαχανικών. Οι ερευνητές κατέληξαν ότι το τεχνητό σιτηρέσιο είναι καταλληλότερη τροφή για την ανάπτυξη των σαλιγκαριών συγκριτικά με την απλή χορήγηση φρέσκων φύλλων λαχανικών.

Τα εκτροφεία σαλιγκαριών στην έρευνά μας ήταν εγκατεστημένα σε έξι διαφορετικές περιοχές (Θράκη, Κεντρική Μακεδονία, Δυτική Μακεδονία, Θεσσαλία, Δυτική Ελλάδα και Αττική-Νήσοι) από μηδενικό υψόμετρο έως τα 759 μ. Σε αυτές τις διαφορετικές τοποθεσίες και περιοχές της Ελλάδας, υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία κλιματικών τύπων, που απεικονίζονται από κρίσιμες αντιθέσεις στη διάρκεια και την ισχύ των βροχερών και ξηρών περιόδων (Bartzokas et al., 2003). Τα εκτροφεία στην περιοχή

Αττικής - Νήσων αλλά και στη Δυτική Ελλάδα έχουν την υψηλότερη παραγωγή λόγω:

α) των ιδανικών κλιματολογικών συνθηκών οι οποίες επιτρέπουν να επιμηκυνθεί η περίοδος λειτουργίας και β) της εντατικοποίησης της εκτροφής καθώς όλες οι εκμεταλλεύσεις σε αυτές τις περιοχές ήταν εντατικές (τρία διχτυοκήπια και μία με υπερυψωμένες ενότητες). Λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών, τα εκτροφεία της Δυτικής Μακεδονίας και της Θράκης λειτουργούν για μικρότερη περίοδο κατά τη διάρκεια του έτους. Επτά από τις οκτώ εκμεταλλεύσεις σε αυτές τις περιοχές είναι ανοιχτού τύπου, καθιστώντας τις πιο ευάλωτες στις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες. Οι μονάδες που είναι εγκατεστημένες σε περιοχές με υψηλότερη μέση θερμοκρασία αέρα ($>20^{\circ}\text{C}$) είχαν και την μικρότερη περίοδο λειτουργίας (<7 μήνες), με τα σαλιγκάρια να συλλέγονται τον Οκτώβριο ή αρχές Νοεμβρίου ανάλογα με την περιοχή (Κ. Μακεδονία και Θεσσαλία). Αντίστοιχα για αυτές τις μονάδες και η διάρκεια της περιόδου αναπαραγωγής είναι μικρότερη (120 ημέρες) από την μέση τιμή του συνόλου των εκμεταλλεύσεων της έρευνας (153 ημέρες).

Τα χερσαία σαλιγκάρια επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από το μεσογειακό κλίμα. Κύριο παράγοντα σε αυτό αποτελεί η ξηρασία με υψηλή θερμοκρασία το καλοκαίρι. Αυτές οι κλιματολογικές συνθήκες μπορούν να διαμορφώσουν τους κύκλους δραστηριότητάς τους και τις μεταβολικές αποκρίσεις (Bailey et al., 1986; Staïkou et al., 2016). Οι κλιματικές συνθήκες, επηρεάζουν πολύ περισσότερο τις εκτροφές ανοιχτού τύπου, αφού τα σαλιγκάρια δεν προστατεύονται από υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες ή από μεγάλα ύψη βροχής. Έτσι είναι πολύ σημαντικότερο τα εδάφη στα οποία υπάρχουν οι εκμεταλλεύσεις τέτοιου τύπου, να μην κατακρατούν καθόλου νερό και να στραγγίζουν εύκολα. Επιπλέον, στις ανοιχτές εκτροφές, η υψηλή θερμοκρασία δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί ικανοποιητικά, ενώ κάποια είδη (*Cornu aspersum aspersum*) μπορεί να

τα οδηγήσει και σε νάρκη. Μόνη λύση για την διατήρηση της ιδανικής υγρασίας αλλά και την μείωση της θερμοκρασίας σε μία μονάδα ανοιχτής εκτροφής αποτελεί η υδρονέφωση. Ο εκτροφέας μπορεί να την θέτει σε λειτουργία σε συγκεκριμένη περίοδο της ημέρας (απόγευμα). Παρ' όλα αυτά η επίδρασή του είναι πολύ μικρότερη από ότι σε ένα διχτυοκήπιο. Αντίθετα σε εγκαταστάσεις καλυμμένες με δίχτυ, επιτυγχάνεται μερικώς ο έλεγχος των αβιοτικών συνθηκών (θερμοκρασία, σχετική υγρασία αέρα) και κατά συνέπεια δεν επηρεάζονται άμεσα από τις μεταβολές τους. Ακόμα, το ζωικό κεφάλαιο προστατεύεται από υψηλές ποσότητες νερού ενώ η σχετική υγρασία διατηρείται σε ενδεδειγμένα επίπεδα για μεγαλύτερο διάστημα. Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες (θερμοκρασία, υγρασία, φωτοπερίοδος) είναι εποχιακοί στην Ελλάδα και ως εκ τούτου, τα γαστερόποδα εμφανίζουν αναμενόμενες ταλαντώσεις στη δραστηριότητά τους. Επιπλέον, οι πληθυσμοί των σαλιγκαριών που διαβιούν σε κοντινές περιοχές ο ένας στον άλλο, μπορούν να υιοθετήσουν διακριτικά πρότυπα διαβίωσης ως αποτέλεσμα των τοπικών κλιματολογικών συνθηκών (Lazaridou - Dimitriadou and Chatziioannou, 2005). Είναι επίσης σημαντικό, ότι περιβαλλοντικοί παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και η φωτοπερίοδος, που οδηγούν τα σαλιγκάρια σε αδρανοποίηση και διέγερση, διαφέρουν, λόγω της γεωγραφικής κατανομής (Lazaridou-Dimitriadou et al., 1986; Staikou et al. 1988; Staikou et al. , 2016, Staikou and Koemtzopoulos, 2019).

Η εκτροφή σαλιγκαριών στην Ελλάδα, σε σύγκριση με άλλα κτηνοτροφικά συστήματα που έχουν καθιερωθεί εδώ και πολύ καιρό, εξακολουθεί να εξελίσσεται και η παρούσα ταξινόμηση μπορεί να βοηθήσει τους εκτροφείς που προσπαθούν να αποφασίσουν ποια μέθοδος είναι πιο αποτελεσματική τόσο γεωγραφικά όσο και από άποψη παραγωγικότητας. Από την άλλη πλευρά, τα συστήματα παραγωγής χοιρινού κρέατος στην Ελλάδα είχαν ήδη εξελιχθεί, από μια οικογενειακή επιχείρηση (10-20 ζώα),

σε ένα βιομηχανοποιημένο, εσωτερικού τύπου σύστημα με σημαντικά μεγαλύτερο αριθμό εκτρεφόμενων ζώων (Galanopoulos et al., 2006). Την ίδια εξέλιξη παρουσιάζει και η προβατοτροφία, όπου την τελευταία δεκαετία και λόγω των μεταβαλλόμενων κοινωνικοοικονομικών συνθηκών, τα παραδοσιακά συστήματα, έχουν αντικατασταθεί από άλλα, που χαρακτηρίζονται από σημαντική επένδυση κεφαλαίου αλλά και υψηλότερη παραγωγικότητα (Zygoiannis, 2006). Επιπλέον, οι γαλακτοπαραγωγοί άλλαξαν τις μικρής κλίμακας εκμεταλλεύσεις τους σε βιομηχανοποιημένες μονάδες ζωικής παραγωγής. Αυτή η αλλαγή βοήθησε να βελτιωθούν ουσιαστικά οι συνθήκες υπό τις οποίες λειτουργούν οι γαλακτοκομικές εκμεταλλεύσεις (Abas et al., 2013). Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων από την επίδραση βιοτικών και αβιοτικών παραμέτρων (δομικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά) στην ετήσια παραγωγικότητα, επέτρεψε την αξιολόγηση και τον προσδιορισμό συγκεκριμένων χαρακτηριστικών της μονάδας εκτροφής που απαιτούν τροποποίηση ή και βελτίωση προκειμένου να επιτευχθεί κερδοφόρα διαχείριση. Αυτή η μελέτη είναι ένα πρώτο βήμα για τη θέσπιση στρατηγικού σχεδιασμού για τη βιώσιμη ανάπτυξη της εκτροφής σαλιγκαριών.

4.2. Μελέτη της παρουσίας παρασίτων σε εκτρεφόμενα σαλιγκάρια

Στην έρευνα αυτή διερευνήθηκε η παρουσία νηματωδών παρασίτων σε εκτρεφόμενα σαλιγκάρια, για πρώτη φορά στην Ελλάδα. Τα χερσαία γαστερόποδα ήταν του είδους *Cornu aspersum maximum* και *Cornu aspersum*, καθώς χρησιμοποιούνται αποκλειστικά στις σαλιγκαροτροφικές εκμεταλλεύσεις στην χώρα μας.

Στην παρούσα διατριβή, παρατηρήθηκε υψηλότερη μέση τιμή 3589 EPG \pm 5736,5 (SD) το πρώτο έτος (2017), ενώ βρέθηκαν αυγά νηματωδών παρασίτων σε κόπρανα σαλιγκαριών όλων των εκτροφείων. Το 2018 (2^ο έτος έρευνας), επίσης ζώα από

όλες τις εκμεταλλεύσεις βρέθηκαν μολυσμένα με παράσιτα βάση των κοπρανολογικών εξετάσεων, με την μέση τιμή να είναι $2535 \text{ EPG} \pm 3272 \text{ (SD)}$. Όσον αφορά τον έλεγχο της μόλυνσης των σαλιγκαριών από παράσιτα με παρασιτολογικές εξετάσεις κοπράνων και συγκεκριμένα την τεχνική McMaster δεν υπάρχει άλλη μελέτη που να την χρησιμοποιεί σε κόπρανα σαλιγκαριών.

Τα αποτελέσματα των παρασιτολογικών εξετάσεων μέσω της ανατομής αποκάλυψαν παρασίτωση από γαστρεντερικά νηματώδη. Τα είδη για τα οποία βρέθηκαν ενήλικα άτομα ήταν το *P. hermaphrodita* και το *A. appendiculatum*, ενώ απομονώθηκαν και προνύμφες 3^{ου} σταδίου για το είδος *M. capillaris*. Στην παρούσα μελέτη σε σαλιγκάρια του είδους *Cornu aspersum maximum* σε μια μονάδα εκτροφής, το ποσοστό επιπολασμού του νηματώδους παρασίτου *M. capillaris* ήταν 20% (2017) και 40% (2018). Σε προηγούμενη έρευνα, ο Cabaret (1988), διαπίστωσε ότι στα άγρια σαλιγκάρια του είδους *Otala lactea* το ποσοστό ήταν 29,3%, ενώ στο είδος *Theba pisana* 9% και στο είδος *Cerņuella virgata*, 16,4%. Επιπλέον, ο Lahmar (1990), βρήκε παράσιτα της οικογένειας *protostrongylidae* σε σαλιγκάρια του είδους *Eobania vermiculata* (22,3%), *Cerņuella virgata* (24%) και *Trochoidea elegans* (16,3%), με κυρίαρχο είδος το *M. capillaris*.

Το νηματώδες παράσιτο *M. capillaris* που χρησιμοποιεί σαν ενδιάμεσο ξενιστή τα σαλιγκάρια, προκαλεί σημαντικά προβλήματα στην εκτροφή άλλων παραγωγικών ζώων. Οι αίγες μολύνονται κατά την κατανάλωση μολυσμένων σαλιγκαριών ή γυμνοσαλιγάκων κατά τη βόσκηση (Paraud et al., 2005). Οι προνύμφες που απελευθερώνονται στον γαστρεντερικό σωλήνα του τελικού ξενιστή, και μέσω της αιματικής κυκλοφορίας φτάνουν στους πνεύμονες (Panuska, 2006). Στα αιγοπρόβατα προκαλεί παρασιτική βρογχοπνευμονία που εμφανίζεται με συμπτώματα όπως βήχας,

δύσπνοια, εξασθένηση και μείωση σωματικού βάρους (Geurden et Vercruyssen, 2007). Το *M. capillaris* θεωρείται επίσης ως παράγοντας προδιάθεσης για την πρόκληση δευτερογενών μικροβιακών μολύνσεων με πολύ πιο έντονη κλινική εκδήλωση και οικονομικές απώλειες για την εκτροφή (Geurden et Vercruyssen, 2007; Suarez et al., 2014).

Όσον αφορά το επίπεδο παρασιτισμού του νηματώδους *A. appendiculatum* στην παρούσα διατριβή, βρέθηκε σε σαλιγκάρια μίας μονάδας εκτροφής και έφτανε το 15% το 2017 ενώ το 2018 σε ζώα τριών μονάδων (20% - 60%). Επίσης, ο Segade (2013) κατέγραψε υψηλό ποσοστό παρασίτωσης σε εκτρεφόμενα σαλιγκάρια του είδους *C. aspersum* (100%) και *H.a. maxima* (34%).

Στην έρευνά μας το ποσοστό επιπολασμού του νηματώδους παρασίτου *P. hermaphrodita* κυμάνθηκε από 10% έως 40% το 2017 και 20% έως 40% το 2018. Το νηματώδες παράσιτο *P. hermaphrodita*, χρησιμοποιείται ευρέως σαν βιολογικό φάρμακο κατά των χειρσαίων γαστερόποδων. Έτσι σε πολλές μελέτες έχει σημειωθεί παρουσία του σε σαλιγκάρια διαφόρων ειδών όχι όμως στα συγκεκριμένα που μελετήθηκαν στην παρούσα διατριβή, ενώ πολυάριθμες είναι οι έρευνες σχετικά με την αποτελεσματικότητά του (Wilson et al., 1995; Basma et al., 2015; Williams et al., 2015).

Τα αποτελέσματα της 1^{ης} χρονιάς έδειξαν παρουσία ενήλικων νηματωδών στα σαλιγκάρια όλων των συστημάτων εκτροφής, με υψηλότερο ποσοστό στις υπερυψωμένες ενότητες (50%). Συνολικά, στο 22,7% των εκτροφείων τα σαλιγκάρια ήταν θετικά σε παρασιτισμό από ενήλικα νηματώδη. Αντίστοιχα, το 2^ο έτος της έρευνας, τα ενήλικα νηματώδη παράσιτα εμφανίστηκαν στα σαλιγκάρια δύο συστημάτων εκτροφής [(ανοιχτή εκτροφή (42,8%), διχτυοκήπιο (40%)]. Το ποσοστό των ενήλικων

παρασίτων στα σαλιγκάρια ήταν 38,8%. Τέλος, τα σαλιγκάρια σε δύο αγροκτήματα ήταν θετικά για ενήλικα παράσιτα και τα δύο έτη. Ακόμα, ο παρασιτισμός ταυτόχρονα από δύο (2) είδη ενήλικων παρασίτων δείχνει να αυξάνει αρκετά την θνησιμότητα των σαλιγκαριών και κατά συνέπεια επηρεάζει την βιωσιμότητα της εκμετάλλευσης (μονάδα F4). Επιπλέον, η μονάδα C8 στα ζώα της οποίας βρέθηκαν ενήλικα παράσιτα και τις δύο (2) χρονιές, είχε αρνητικό πρόσημο όσον αφορά το κέρδος του (-730€), γεγονός που οφείλεται στην μειωμένη παραγωγή.

Σημαντική αρνητική συσχέτιση στην στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε το παρασιτικό φορτίο (EPG) με την μέση θερμοκρασία κάθε περιοχής κατά την διάρκεια λειτουργίας της μονάδας εκτροφής σαλιγκαριών.

Οι μικροβιολογικές μελέτες για τα χερσαία γαστερόποδα αφορούν τη μεταποίηση του κρέατός τους. Στην παρούσα διατριβή απομονώθηκαν αποικίες του είδους *Pseudomonas sp.* σε όλους τους τύπους εκτροφής σαλιγκαριών. Λίγες είναι οι έρευνες που ασχολούνται με τα βακτήρια που υπάρχουν σε ζωντανά σαλιγκάρια. Το κυριότερο βακτήριο που σημειώνεται είναι του γένους *Pseudomonas* (Utomo et al., 1991). Ακόμα, αρκετές έρευνες υπάρχουν σχετικά με την *Listeria sp.* Η Corda (2014), απέδειξε παρουσία του συγκεκριμένου βακτηρίου σε εκτρεφόμενους και φυσικούς πληθυσμούς σαλιγκαριών από διάφορες περιοχές της Μεσογείου σε ποσοστό 29%. Στην έρευνά μας, το ποσοστό εμφάνισης *Listeria sp.* ήταν από 80% έως 100%. Παρά τα υψηλά ποσοστά εμφάνισης των συγκεκριμένων βακτηρίων τα σαλιγκάρια σε συντριπτικό ποσοστό παρέμειναν υγιή. Αυτό συνάδει και με την έρευνα της Villena (2010), που βρήκε τα συγκεκριμένα γένη βακτηρίων μεταξύ άλλων, στο έντερο και το ήπατοπάγκρεας υγιών εκτρεφόμενων σαλιγκαριών.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των δεδομένων της διατριβής, ο αριθμός των προνυμφών και ενήλικων νηματωδών παρασίτων εξαρτάται από το σύστημα εκτροφής. Ειδικότερα, φάνηκε ότι σε εντατικά συστήματα (υψηλότερη πυκνότητα), βρέθηκε μεγαλύτερος αριθμός προνυμφών νηματωδών παρασίτων (επίπεδο σημαντικότητας 0,05), επηρεάζοντας έτσι την καλή διαβίωση των σαλιγκαριών. Το ποσοστό παρασιτισμού ενήλικων παρασίτων στα σαλιγκάρια συσχετίστηκε ιδιαίτερα (επίπεδο σημαντικότητας 0,01) με την ποσότητα βροχής στην τοποθεσία εγκατάστασης του εκτροφείου, όπως αυτή καταγράφηκε από κοντινούς μετεωρολογικούς σταθμούς. Η περιοχή στην οποία ήταν εγκατεστημένη η σαλιγκαροτροφική εκμετάλλευση, επηρέασε τα επίπεδα παρασιτισμού λόγω των διαφορετικών μικροκλιματικών συνθηκών. Η βροχόπτωση σε κάθε περιοχή, ενισχύει την σχετική υγρασία και εντός του εκτροφείου και την διατηρεί σε υψηλότερα ποσοστά σε συνδυασμό με την υδρονέφωση που λειτουργεί στις μονάδες. Οι εκμεταλλεύσεις σε βορειότερες περιοχές λόγω των χαμηλότερων θερμοκρασιών και της υψηλότερης ποσότητας βροχής, παρουσίασαν μεγαλύτερο αριθμό προνυμφών ή ενήλικων παρασίτων. Αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα, ότι το υψηλότερο ποσοστό υγρασίας συμβάλει στην αύξηση του αριθμού ενήλικων νηματωδών παρασίτων. Η σημαντική αυτή συσχέτιση εξηγεί πιθανά, την αύξηση του ποσοστού μονάδων εκτροφής που βρέθηκαν θετικές σε παρασιτισμό κατά το 2^ο έτος της έρευνας. Την συγκεκριμένη χρονική περίοδο (περίοδο λειτουργίας), η ποσότητα βροχής για το 2018 είναι μεγαλύτερη (44,59 mm - 48,47 mm).

Στα δύο υποείδη σαλιγκαριών δεν παρουσιάστηκε διαφορά στον αριθμό προνυμφών ή ενήλικων παρασίτων ανά σαλιγκάρι αλλά ούτε και στο ποσοστό παρασίτωσης. Εδώ πρέπει να τονιστεί πως οι μονάδες που εκτρέφουν το είδος *Cornu aspersum* είναι πολύ λίγες (4) ενώ δεν υπάρχει και πληθώρα αναφορών σε επιστημονικά

άρθρα για παρουσία ή και ανάπτυξη προνυμφών νηματωδών ή τρηματωδών παρασίτων στο συγκεκριμένο είδος σαλιγκαριού. Οι Colella et al., 2016 και οι Di Cesare et al., 2013, σημείωσαν την ανάπτυξη προνυμφών των νηματωδών *Crenosoma vulpis* και *Aelurostrongylus abstrusus* ενώ οι Gallego et al., 2015, μελέτησαν τον Τρηματώδη *Brachylaima sp.* σε εκτρεφόμενα σαλιγκάρια *Cornu aspersum*. Οι Segade et al., 2013 κατέγραψαν τρηματώδη (*Brachylaima aspersae*) και νηματώδη παράσιτα (*Alloionema appendiculatum*, *Nemhelix bakeri*) σε εκτρεφόμενα σαλιγκάρια και των δύο ειδών που μελετήσαμε (*Cornu aspersum*, *Cornu aspersum maximum*). Τέλος, οι Cabaret et al., 1988 σημείωσαν την παρουσία νηματωδών παρασίτων (*Alloionema appendiculatum*, *Nemhelix bakeri* και *Angiostoma aspersa*) σε εκτρεφόμενα σαλιγκάρια των ειδών *C. aspersum*, *C. a. maximum* και *Helix pomatia*.

Όπως έδειξε αυτή η έρευνα, προνύμφες παρασίτων προβάτων (*M. capillaris*) βρέθηκαν σε εκτρεφόμενα σαλιγκάρια και τα δύο έτη σε μια εκτροφή, η οποία γειτνιάζει με μονάδα εκτροφής αιγοπροβάτων. Η μεταφορά νηματωδών σε εκτροφεία σαλιγκαριών πιθανά έγινε μέσω του υποστρώματος ή των άλλων ζώων (γάτες, ποντίκια) που εισέρχονται στο αγρόκτημα. Αυτή η μεταφορά παρασίτων σε γειτονικές εκτροφές αποτελεί κίνδυνο τόσο για τις σαλιγκαροτροφικές εκμεταλλεύσεις όσο και για τις γειτονικές, καθώς τα σαλιγκάρια αποτελούν ενδιάμεσους ξενιστές νοσημάτων των ζώων αλλά και του ανθρώπου απειλώντας τη Δημόσια Υγεία. Η είσοδος εχθρών στον χώρο του εκτροφείου προκαλεί ποικίλα προβλήματα. Τα μικρά πουλιά τρέφονται με το σιτηρέσιο που δίνεται στα σαλιγκάρια, ενώ τα μεγαλύτερα αποτελούν θηρευτές τους. Ακόμα τρυπούν το δίχτυ στις κλειστές μονάδες, με αποτέλεσμα την ανάγκη επιδιόρθωσής του άρα και επιπλέον έξοδα. Τέλος, η κακή διαχείριση από τους παραγωγούς καθώς και η έλλειψη ψεκασμού κατά των παρασίτων, οδηγεί σε αυξημένους ρυθμούς παρασιτισμού,

όταν οι κλιματολογικές συνθήκες είναι κατάλληλες. Άλλωστε, μόλις το 23% των ερωτηθέντων αγροτών ψεκάζουν, χωρίς να γνωρίζουν πότε είναι η σωστή περίοδος. Απαιτείται καλύτερη διαχείριση στον έλεγχο και την καταπολέμηση των παρασιτώσεων καθώς προκαλούν σημαντικές οικονομικές απώλειες που οφείλονται κυρίως στη μείωση της παραγωγής και στην υποβάθμιση του ζωικού κεφαλαίου.

4.3. Αξιολόγηση δύο συστημάτων εκτροφής με την χρήση δεικτών παραγωγής και ευζωίας

Στο τελευταίο μέρος της διατριβής, πραγματοποιήθηκε η πειραματική εκτροφή η οποία σχεδιάστηκε για ζώα του είδους *Cornu aspersum maximum* δύο (2) ηλικιακών κλάσεων (Ιούνιος – Αύγουστος). Η εκτροφή πραγματοποιήθηκε σε δύο (2) τύπους (ανοιχτός - διχτυοκήπιο) για δύο (2) διαφορετικές πυκνότητες (125 ζώα/m² και 250 ζώα/m²). Στόχος ήταν να δοκιμαστούν οι παραγωγικοί δείκτες που δημιουργήσαμε στο 1^ο μέρος αλλά και οι δείκτες ευζωίας από το 2^ο. Με βάση αυτούς αξιολογήθηκε η παραγωγικότητα των δύο συστημάτων.

Καταγράφηκαν οι κλιματικές συνθήκες σε αυτές και τα παραγωγικά χαρακτηριστικά των γαστερόποδων που εξετράφησαν. Τέλος, πραγματοποιήθηκε παρασιτολογική εξέταση στα εμπορεύσιμα σαλιγκάρια και σημειώθηκε το ποσοστό επιπολασμού των παρασίτων.

Η επεξεργασία των κλιματικών δεδομένων κατά την περίοδο εκτροφής έδειξε πως η μέση τιμή της θερμοκρασίας αλλά και η σχετική υγρασία τόσο στο διχτυοκήπιο όσο και στην ανοιχτή εκτροφή ήταν εντός των ιδανικών συνθηκών. Συγκεκριμένα, η μέση εξωτερική θερμοκρασία ήταν μεγαλύτερη της αντίστοιχης εντός διχτυοκηπίου (19,28°C, 18,18°C), λόγω των υψηλών θερμοκρασιών τον πρώτο μήνα (Σεπτέμβριος) της εκτροφής. Αυτό δικαιολογείται καθώς το δίχτυ σκίασης, μειώνει το ποσοστό ηλιακής

ακτινοβολίας που εισέρχεται και κατά συνέπεια συντελεί στην μείωση της θερμοκρασίας. Το γεγονός αυτό ήταν αναμενόμενο, όπως αποδείχθηκε και στην εργασία των Apostolou et al., (2016). Συνολικά, δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές λόγω των χαμηλότερων θερμοκρασιών από την δεύτερη εβδομάδα του Οκτωβρίου.

Όσον αφορά την σχετική υγρασία αέρα, εντός διχτυοκηπίου η τιμή της ήταν πάντα υψηλότερη από την εξωτερική. Μάλιστα η μέση τιμή της έφτασε το 92,85% έναντι του 85,4% της εξωτερικής. Επιπλέον, οι τιμές της ελάχιστης σχετικής υγρασίας παρουσίασαν σημαντική απόκλιση μεταξύ τους (69,69% - 57,48%). Η διατήρηση της σχετικής υγρασίας επετεύχθη χάρη στο σύστημα δροσισμού καθώς η μέση τιμή μέγιστης υγρασίας ήταν σε ποσοστά άνω του 85%, που είναι και το επιθυμητό – βέλτιστο.

Σε αντίστοιχο πείραμα που πραγματοποιήθηκε από τον Apostolou et al., (2014) για σαλιγκάρια στο διχτυοκήπιο, η θερμοκρασία ήταν στους 12,62°C και η σχετική υγρασία 92,45% για τους μήνες Οκτώβριο – Νοέμβριο. Επιπλέον, και ο Katsoulas et al. (2013), σημείωσε πως σε διχτυοκήπιο με χρήση συστήματος δροσισμού, η θερμοκρασία μπορούσε να παραμείνει σε επίπεδα χαμηλότερα των 25°C, ενώ και η σχετική υγρασία να διατηρηθεί σε ποσοστά μεγαλύτερα του 80 – 85%. Το γεγονός πως τα σαλιγκάρια ανεξαρτήτου ηλικίας προτιμούν θερμοκρασίες κοντά στους 20°C καθώς και υψηλά ποσοστά υγρασίας, αποδείχθηκε και στην εργασία των Charrier et Daguzan, (1978). Η διατήρηση υψηλότερου ποσοστού υγρασίας για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα εντός διχτυοκηπίου, οφείλεται αποκλειστικά στο δίχτυ κάλυψης. Κατά αυτόν τον τρόπο η εκτροφή επηρεάζεται λιγότερο από τις συνθήκες του περιβάλλοντος.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την αύξηση βάρους των σαλιγκαριών (τροφή, πυκνότητα, περιβαλλοντικές συνθήκες) μπορούν να παρέχουν ένα ευνοϊκό ή δυσμενές

μέσο. Όταν το σαλιγκάρι διαβεί δυσμενείς συνθήκες, μπορεί να εμποδιστεί η αύξησή του για μεγάλο χρονικό διάστημα έως ότου αλλάξουν αυτές οι συνθήκες (Garcia, 2006).

Στο πείραμά μας, τα σαλιγκάρια μικρής ηλικίας, τόσο εντός όσο και εκτός διχτυοκηπίου αύξησαν το βάρος τους έως και 10 γραμμάρια. Αντίστοιχα, τα ζώα της ηλικιακής κλάσης των μεγάλων παρουσίασαν μικρότερη αύξηση (3,5 γραμμάρια στην ανοιχτή εκτροφή και 6,5 στο διχτυοκήπιο). Η διαφορά αυτή ήταν αναμενόμενη καθώς τα σαλιγκάρια μεγάλης ηλικίας λόγω ενηλικιώθηκαν και ξεκίνησαν να αναπαράγονται. Σε αντίστοιχο αποτέλεσμα κατέληξε και ο Daguzan (1985), καθώς στο πείραμά του συμπέρανε πως τα σαλιγκάρια του είδους *Helix aspersa* της ηλικιακής κλάσης 1 μήνα έφθασαν σε υψηλότερο μέσο βάρος, ενώ είχαν και μικρότερο ποσοστό θνησιμότητας.

Αντίστοιχα η βιομάζα (Kg/m^2) για την ηλικιακή ομάδα των μικρών διπλασιάστηκε και στους δύο τύπους εκτροφής, ενώ στην ηλικιακή ομάδα των μεγάλων η αύξηση ήταν σαφώς μικρότερη ($0,5 - 0,8 \text{ Kg}/\text{m}^2$). Και για τις δύο ηλικιακές ομάδες, η βιομάζα ήταν πολύ μεγαλύτερη στις μεγάλες πυκνότητες, κάτι το οποίο έρχεται σε συμφωνία με την εργασία των Dupont – Nivet et al., (2000). Σημαντική παρατήρηση έγινε κατά την 7^η εβδομάδα όπου σημειώθηκε πτώση της βιομάζας σε όλες τις πειραματικές σειρές. Κατά την περίοδο αυτή, ξεκίνησε η σημαντική πτώση της θερμοκρασίας. Σε συνδυασμό με την αύξηση του μέσου τελικού βάρους οδηγούμαστε στο συμπέρασμα πως η αύξηση της θνησιμότητας εμπορεύσιμων σαλιγκαριών οδηγεί στην μείωση της τελικής βιομάζας.

Για να παρουσιαστεί ποσοστό άνω του 50% σε εμπορεύσιμα σαλιγκάρια για την ηλικιακή ομάδα των μεγάλων (γενιά Ιουνίου) απαιτήθηκαν μόλις δύο εβδομάδες εκτροφής. Όμως τα ζώα είχαν συμπληρώσει ήδη δύο μήνες ζωής. Αντίθετα οι μετρήσεις

στην ηλικιακή ομάδα των μικρών (γενιά Αυγούστου), έδειξαν αναμενόμενα αποτελέσματα καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό έφτασε το εμπορεύσιμο μέγεθος μετά την πάροδο ενός μήνα. Αντίστοιχα ο Daguzan (1985) σε πείραμα εκτροφής με το είδος *Helix aspersa* διαπίστωσε πως τα σαλιγκάρια χρειάστηκαν περίπου 6 μήνες για να φτάσουν το εμπορεύσιμο μέγεθος. Οι παρατηρήσεις μας έρχονται σε συμφωνία με την εργασία των Lazaridou - Dimitriadou et al. (1998) όπου αναφέρουν ότι τα ζώα είχαν εμπορεύσιμο μέγεθος στην ηλικία των δύομιση μηνών, σε συνθήκες κλειστού τύπου εκτροφής και με τεχνητό σιτηρέσιο.

Στο πείραμά μας η θνησιμότητα παρέμεινε καθ'όλη την διάρκεια σε χαμηλά επίπεδα στις περισσότερες πειραματικές σειρές. Το υψηλότερο ποσοστό έφτασε το 32% στην πειραματική σειρά Δ23 (διχτυοκήπιο, γενιά Ιουνίου, υψηλή πυκνότητα) αλλά στην αμέσως επόμενη μέτρηση βρέθηκε μόλις στο 11%. Συνολικό το μέσο ποσοστό θνησιμότητας κυμάνθηκε στο 12,4% για τα σαλιγκάρια ανοιχτής εκτροφής και στο 10,85% για τα αντίστοιχα του διχτυοκηπίου. Σχεδόν σε όλες τις πειραματικές σειρές τα μεγαλύτερα ποσοστά θνησιμότητας παρουσιάστηκαν τις 3 πρώτες εβδομάδες. Αυτό ήταν αναμενόμενο λόγω της προσαρμογής των σαλιγκαριών στις νέες συνθήκες εκτροφής. Σημαντικό γεγονός αποτελεί και το ότι στην τελευταία δειγματοληψία το ποσοστό θνησιμότητας αυξήθηκε σε όλες τις πειραματικές σειρές, πιθανά λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών. Υψηλότερα ποσοστά θνησιμότητας σε εκτρεφόμενα σαλιγκάρια (*Helix aspersa*), σημείωσε ο Daguzan (1981) σε πείραμα υπό ελεγχόμενες συνθήκες (39,6%). Σε μεικτή εκτροφή, ο ίδιος ερευνητής (Daguzan, 1992) κατά τη διάρκεια της φάσης πάχυνσης κατέγραψε ποσοστό 17%, μεγαλύτερο από την παρούσα έρευνα (12%). Παρόμοιο αποτέλεσμα έδειξε και το πείραμα των Dupont – Nivet et al. (2000) με την τιμή να φτάνει το 20,99%.

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία και συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής με αυτά των παλαιότερων μελετών, βλέπουμε πως σημειώθηκε στο πείραμά μας ένας μεγάλος ρυθμός αύξησης των ζώων. Ο υψηλότερος μέσος ρυθμός αύξησης ανά ημέρα ανά σαλιγκάρι σημειώθηκε στα γαστερόποδα γενιάς Αυγούστου και ήταν 0,20 gr/ζώο/ημέρα. Αντίθετα, ο ρυθμός αύξησης στην ηλικιακή κλάση των μεγάλων σαλιγκαριών (γενιά Ιουνίου) ήταν τα 0,12 gr/ζώο/ημέρα. Επιπλέον, υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ της αύξησης στις πειραματικές σειρές εντός διχτυοκηπίου με αυτές στην ανοιχτή εκτροφή (0,18 – 0,21 gr/ζώο/ημέρα αντίστοιχα). Μάλιστα, παρατηρήθηκε υψηλότερος ρυθμός στα ζώα εντός του διχτυοκηπίου σε σχέση με την ανοιχτή εκτροφή (0,13 – 0,11 gr/ζώο/ημέρα αντίστοιχα). Η διαφορά αυτή μεταξύ των δύο ηλικιακών κλάσεων ήταν αναμενόμενη, καθώς ο ρυθμός αύξησης που εμφανίζει ένα σαλιγκάρι εξαρτάται από την ηλικία του (Προφήτου-Αθανασιάδου 1996).

Παρατηρούμε πως σχεδόν όλες οι πειραματικές σειρές παρουσίασαν μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης (gr/ημέρα/σαλιγκάρι) κατά την δεύτερη (2^η) εβδομάδα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός πως τα σαλιγκάρια προέρχονταν από γεννήτορες γειτονικού εκτροφείου και κατά συνέπεια δεν απαιτούνταν χρόνος προσαρμογής τους στις κλιματικές συνθήκες της περιοχής. Ο υψηλός ρυθμός αύξησης του πειράματος, εξηγείται λόγω των ιδανικών κλιματικών συνθηκών κατά την διάρκεια του πειράματος, αλλά και των πυκνοτήτων. Στην αρχή του πειράματος, δεν είχαμε πολύ υψηλές θερμοκρασίες που θα προκαλούσαν αύξηση θνησιμότητας στα σαλιγκάρια, ενώ και μέχρι την 8^η εβδομάδα δεν υπήρξαν ιδιαίτερες χαμηλές τιμές που θα μείωναν την τροφοληψία και κατά συνέπεια τον ρυθμό αύξησης. Όσον αφορά τις πυκνότητες, όπως συμπέραναν οι Charrier & Daguzan (1978) και οι Daguzan (1992) και Dupont – Nivet (2000) οι τιμές των 125 και 250 ζώων/m² είναι

πολύ κοντά στις ιδανικές (133 και 300 ζώα/m² αντίστοιχα) για να πετύχουμε τον υψηλότερο ρυθμό αύξησης.

Συνολικά, στις περισσότερες πειραματικές σειρές στην ηλικιακή κλάση των μικρών απαιτήθηκαν έως 28 ημέρες για να επιτευχθεί η ενηλικίωση του 50% του πληθυσμού των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών, ενώ στην ηλικιακή κλάση των μεγάλων μόλις 14. Η διαφορά αυτή οφείλεται στο γεγονός πως τα μεγάλα σαλιγκάρια εκκολάφθηκαν τον Ιούνιο και κατά συνέπεια είχαν ήδη 3 μήνες στο εργαστήριο του Τμήματος. Παρά την διαφορά στις ημέρες που απαιτήθηκαν για την ενηλικίωση μεταξύ των διαφορετικών κλάσεων, στο τέλος του πειράματος όλα τα ζώα έφτασαν στο εμπορεύσιμο μέγεθος. Σε αντίστοιχη έρευνα το ποσοστό εμπορεύσιμων σαλιγκαριών είναι πολύ μικρότερο. Χαρακτηριστικά στους Dupont-Nivet et al., (2000) έφτασε μόλις το 21,98%.

Το συνολικό ακαθάριστο εισόδημα ανά πειραματική σειρά στην πειραματική εκτροφή, ήταν σε εξαιρετικά επίπεδα για την υψηλή πυκνότητα σε όλες τις πειραματικές σειρές. Αντίθετα, στην μικρότερη πυκνότητα το εισόδημα ήταν αρκετά μικρότερο. Φυσικά στο να επιτύχουμε τόσο υψηλό κέρδος συνέβαλε το γεγονός πως οι κλιματικές συνθήκες την περίοδο του πειράματος ήταν ιδανικές ενώ δεν παρουσιάστηκαν και ιδιαίτερα προβλήματα στις κατασκευές που θα ανέβαζαν αρκετά το κόστος.

Στην ανατομή που πραγματοποιήθηκε στο τέλος του πειράματος βρέθηκαν ενήλικα νηματώδη παράσιτα των ειδών *A. appendiculatum* και *P. hermaphrodita* (τα ίδια είδη βρέθηκαν και στο Κεφ. 4.2). Παρατηρούμε πως στα σαλιγκάρια όλων των μεταχειρίσεων εντός διχτυοκηπίου βρέθηκαν ενήλικα νηματώδη παράσιτα σε αντίθεση με την μόλις μία στην ανοιχτή εκτροφή. Οι παράγοντες που έχει βρεθεί ότι επηρεάζουν την εξάπλωση τους σε μια εκτροφή σαλιγκαριών είναι κυρίως η πυκνότητα αλλά και το

ποσοστό υγρασίας, όπως αποδείχθηκε μέσω της στατιστικής επεξεργασίας. Το γεγονός πως τα παράσιτα βρέθηκαν σε όλα τα ζώα των μεταχειρίσεων του δικτυοκηπίου ανεξαρτήτου ηλικίας και πυκνότητας οδηγεί στο συμπέρασμα πως το υψηλότερο ποσοστό στην ελάχιστη σχετική υγρασία οδήγησε στον παρασιτισμό.

Τέλος, όπως δείχνει η στατιστική ανάλυση απαιτείται η κατάλληλη διαχείριση για την επίτευξη των ιδανικών συνθηκών και κατά συνέπεια την μεγιστοποίηση της παραγωγής. Είναι φανερό από το πείραμά μας αλλά και την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων πως η σχετική υγρασία (μέγιστη και ελάχιστη) αλλά και η μέση θερμοκρασία επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό το μέσο βάρος και το ποσοστό θνησιμότητας. Επίσης η αύξηση της θερμοκρασίας επιδρά αρνητικά στην ενηλικίωση των σαλιγκαριών ενώ συντελεί στην άνοδο του ποσοστού θνησιμότητας. Όμως, η αρνητική συσχέτιση μέσης θερμοκρασίας - ποσοστού ενήλικων σαλιγκαριών (-0,806) οφείλεται στο γεγονός πως τα ενήλικα σαλιγκάρια σταματούν την σωματική αύξηση και επενδύουν στην ωρίμανση του γεννητικού συστήματος. Επιπροσθέτως, η αρνητική συσχέτιση της ελάχιστης υγρασίας με το ποσοστό θνησιμότητας (-0,357) αλλά και η αρνητική συσχέτιση της μέγιστης υγρασίας με το ρυθμό αύξησης, δείχνει πως το ποσοστό σχετικής υγρασίας σε μία εκτροφή είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την επιτυχία της.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η αξιολόγηση των δομικών και διαχειριστικών χαρακτηριστικών των σύγχρονων αγροκτημάτων, συμπεριλαμβανομένης της σαλιγκαροτροφίας, μπορεί να συμβάλει στη βιώσιμη παραγωγή τροφίμων.

Αυτή είναι η πρώτη μελέτη που ταξινομεί τις εκτροφές σαλιγκαριών στην Ελλάδα και τις περιγράφει λεπτομερώς. Εντοπίστηκαν πέντε συστήματα εκτροφής (υπερυψωμένες ενότητες, διχτυοκήπιο, μεικτό σύστημα με διχτυοκήπιο, ανοιχτή εκτροφή και μεικτό σύστημα με ανοιχτό αγρό). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι εντατικές εκμεταλλεύσεις παρουσιάζουν υψηλή παραγωγή. Η γεωγραφική θέση εγκατάστασης της μονάδας επηρεάζει την παραγωγή και τη διάρκεια λειτουργίας, ειδικά σε ανοιχτά εκτροφεία. Τα εκτροφεία σαλιγκαριών στη Βόρεια Ελλάδα αναγκάζονται να λειτουργούν για μικρότερη περίοδο κατά τη διάρκεια του έτους.

Η εκτροφή σαλιγκαριών μπορεί να είναι μια πολλά υποσχόμενη κερδοφόρα επιχείρηση, αλλά αυτό εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Χρειαζόμαστε περισσότερες εμπειριστατωμένες επιστημονικές γνώσεις και έρευνες σχετικά με την αναπαραγωγή και την ανάπτυξη σαλιγκαριών καθώς και τις κλιματολογικές και γεωγραφικές πτυχές των περιοχών όπου είναι εγκατεστημένες οι μονάδες εκτροφής.

Η παρασιτολογική μελέτη κατέγραψε την παρουσία δύο ειδών νηματωδών παρασίτων (*P. hermaphrodita*, *A. appendiculatum*) καθώς και προνύμφες 3ου σταδίου του νηματώδους *M. capillaris* σε εκτρεφόμενα σαλιγκάρια, κάτι το οποίο αποτελεί την πρώτη τους αναφορά στην Ελλάδα. Τα ενήλικα παράσιτα βρέθηκαν σε σαλιγκάρια όλων των τύπων εκτροφής, σε τρεις διαφορετικές περιοχές (Μακεδονία, Θεσσαλία και Δυτική Ελλάδα) τόσο στους ιστούς του ποδιού αλλά και στο έντερο. Αυτή η μελέτη αποδεικνύει

ότι οι κλιματικές συνθήκες παίζουν καθοριστικό ρόλο στην επιτυχή έκβαση μιας εκτροφής σαλιγκαριών, καθώς η χαμηλή θερμοκρασία και η υψηλή υγρασία αυξάνουν την παρουσία ενήλικων νηματωδών παρασίτων κατά την πάχυνση. Έτσι, τίθεται ένα σημαντικό ζήτημα, καθώς τα χειρσαία σαλιγκάρια παραμένουν ενεργά σε υψηλή υγρασία.

Η κλασική και ευρέως χρησιμοποιούμενη στα παραγωγικά ζώα μέθοδος McMaster, είναι σημαντική για τη σαλιγκαροτροφία γιατί γίνεται σε ζωντανά ζώα χωρίς να απαιτείται η θανάτωσή τους για να γίνει ή διάγνωση. Απαραίτητη προϋπόθεση βέβαια αποτελεί το ότι τα παράσιτα που διερευνούμε σε κάποιο από τα στάδια εξέλιξής τους να εντοπίζονται στα κόπρανα. Σε αυτήν την έρευνα αποδείχθηκε πως μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση των παρασιτικών μολύνσεων στην σαλιγκαροτροφία, καθώς και στα δύο έτη στα σαλιγκάρια όλων των μονάδων εκτροφής βρέθηκαν αυγά παρασίτων.

Η αύξηση του ποσοστού των εκμεταλλεύσεων στα σαλιγκάρια των οποίων βρέθηκαν ενήλικα παράσιτα κατά το δεύτερο έτος της έρευνας (38,8%), υποδηλώνει ότι πρέπει να ληφθούν προληπτικά μέτρα για την προστασία των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών και τον περιορισμό της εξάπλωσης των παρασίτων. Επιπλέον, η παρουσία άλλων ζώων, όπως τρωκτικά ή γάτες στην μονάδα εκτροφής πρέπει να συνδέεται με την μεταφορά παρασίτων εντός των εκμεταλλεύσεων. Ακόμα, πρέπει να υπάρχουν όρια στην απόσταση μεταξύ των εκτροφείων σαλιγκαριών και μονάδων εκτροφής άλλων ζώων καθώς, όπως αποδεικνύεται σε αυτήν την έρευνα, παράσιτα άλλων παραγωγικών ζώων μπορούν να μολύνουν τα σαλιγκάρια.

Η παρούσα διατριβή αποτελεί την πρώτη εργασία αξιολόγησης της πιλοτικής εκτροφής σαλιγκαριών του είδους *Cornu aspersum maximum* σε διχτυοκήπιο σε και ανοιχτή εκτροφή. Στην πειραματική αυτή εκτροφή δοκιμάστηκαν οι παραγωγικοί δείκτες που δημιουργήσαμε στο 1^ο μέρος αλλά και οι δείκτες ευζωίας από το 2^ο.

Τα αποτελέσματα που αφορούν την αύξηση των σαλιγκαριών του είδους *Cornu aspersum maximum* τους φθινοπωρινούς μήνες ήταν θετικά, καθώς όλα τα ζώα τόσο στο ανοιχτό σύστημα εκτροφής όσο και στο διχτυοκήπιο, έφτασαν σε εμπορεύσιμο μέγεθος στο τέλος του πειράματος, ενώ και ο ρυθμός αύξησής του κρίθηκε ικανοποιητικός. Ακόμα, η θνησιμότητα κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα σε όλη την διάρκεια του πειράματος (12/9 – 8/11). Η θερμοκρασία αέρα όταν υπερβεί τα ανώτατα όρια (35°C) οδηγεί σε μείωση του τελικού βάρους και αύξηση θνησιμότητας.

Επιπλέον, σημειώθηκε η παρουσία ενήλικων νηματωδών παρασίτων των ειδών *A. appendiculatum* και *P. hermaphrodita*, στα σαλιγκάρια όλων των μεταχειρίσεων εντός διχτυοκηπίου σε αντίθεση με την μόλις μία στην ανοιχτή εκτροφή. Αποδείχθηκε πως η πυκνότητα αλλά και το ποσοστό υγρασίας, επηρεάζουν την εξάπλωση τους σε μια εκτροφή.

Η αξιολόγηση των μονάδων εκτροφής σαλιγκαριών μέσω των παραγωγικών δεικτών που δοκιμάστηκαν, συνέβαλαν στον εντοπισμό των κρίσιμων παραγόντων, οι οποίοι σε συνδυασμό με την προώθηση του προϊόντος σε εθνικές και διεθνείς αγορές θα εγγυηθούν τη βιωσιμότητα του τομέα της Σαλιγκαροτροφίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

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

Γαλλίδης, Ε. Μ. (2012) Αξιολόγηση της εφαρμογής επιλεγμένων ατομικών ανθελμινθικών αγωγών για την καταπολέμηση των γαστρεντερικών νηματωδών παρασίτων των μικρών μηρυκαστικών. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ). Σχολή Κτηνιατρική. Εργαστήριο Παρασιτολογίας και Παρασιτικών Νοσημάτων.

Γκουντέλας Αθανάσιος (2003) Συμβολή στη μελέτη των πνευμονικών νηματωδών παρασίτων του προβάτου στο νομό Λάρισας. Διδακτορική διατριβή, Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών, Τμήμα Κτηνιατρικής, Α.Π.Θ.

Δεσποτοπούλου Α., Λόλας Α., Γκόγκας Α., Χατζηϊωάννου Μ., Νεοφύτου Χ., (2007). Εκκολαπτικότητα και ποσοτικά χαρακτηριστικά των αυγών και του γόνου του γαστεροπόδου *Helix aspersa* (Petit Gris – Κρητικός Κοχλιός) σε συνθήκες ελεγχόμενης εκτροφής. Πρακτικά 23^{ου} Επιστημονικού συνέδριου της Ελληνικής Ζωοτεχνικής Εταιρίας, Βόλος 3-5 Οκτωβρίου, Επιθεώρηση Ζωοτεχνικής Επιστήμης. Ειδική έκδοση Νο 33: 59-60.

Δοξαριώτη Α. (2018), Ανθρακικό αποτύπωμα μονάδων ανοιχτής και μικτής εκτροφής σαλιγκαριών, Μεταπτυχιακή διατριβή, Π.Θ.

Θεοδώρου Α. (2018), Διερεύνηση της χρήσης υποπροϊόντων γεωργικών βιομηχανιών στη διατροφή εκτρεφόμενων σαλιγκαριών, Μεταπτυχιακή διατριβή, Π.Θ.

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

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

Σιαφάκας Σ. (2019) Διερεύνηση κόστους διατροφής μηρυκαστικών ζώων από ιδιοπαραγόμενες ή/και αγοραζόμενες ζωοτροφές ανάλογα με το παραγωγικό σύστημα. Διδακτορική Διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΓΠΑ). Τμήμα Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής και Υδατοκαλλιεργειών.

Φλόκας, Α. (1994). Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη. (<http://www.hnms.gr/emv/el/climatology/climatology>)

Χάλκος Γ., 2011. Στατιστική θεωρία, εφαρμογές και χρήση στατιστικών προγραμμάτων σε Η/Υ , Εκδόσεις ΤΥΠΩΘΗΤΩ / ΔΑΡΔΑΝΟΣ , 9: 332-334.

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

Ξενόγλωσση

Abas, Z.; Ragkos, A.; Mitsopoulos, I.; Theodoridis, A. (2013) The environmental profile of dairy farms in Central Macedonia (Greece). *Procedia Technol.* 8, 378–386.

Adem, J. (2016) Lung Worm Infection of Small Ruminant in Ethiopia. *Advances in Life Science and Technology*, 43: 12-22.

Ahmadi R, Sikejor EM, Maleki M (2010) Prevalence of *Dicrocoelium dendriticum* infection in cattle, sheep and goat in Gilan province, Northern Iran. [*Journal of Animal and Veterinary Advances* 9\(21\):2723–2724.](#)

Anonymous (2012) Heliciculture in Greece, Document D' information, Directorate General of Animal Production, Hellenic Ministry of Rural Development and Food, Athens. Available online: www.minagric.gr/ (accessed on 30/11/ 2020).

Apostolou, K., Neofytou, 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” in Proceedings of the 1st International Congress of Applied Ichthyology & Aquatic Environment.

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. *Agric. Food* 4, 646–654.

Apostolou K., Staikou A., Sotiraki S., Hatzioannou M. (2021). An assessment of snail-farm systems based on land use and farm components. *Animals* 11, 272, <https://doi.org/10.3390/ani11020272>

ATHENS NATIONAL OBSERVATORY (2019) Available online: <http://meteosearch.meteo.gr/> (accessed on 25 April).

Bailey, S.E.R.; Lazaridou-Dimitriadou, M. (1986) Circadian components in the daily activity of *Helix lucorum* L. from northern Greece. *J. Molluscan Stud.* 52, 190–192.

Barker G.M. (2001) *The Biology of Terrestrial Molluscs*. New Zealand: CABI Publishing

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

Bartzokas, A.; Lolis, C.J.; Metaxas, D.A. (2003) A study on the intra-annual variation and the spatial distribution of precipitation amount and duration over Greece on a 10-day basis. *Int. J. Climatol.* 23, 207–222.

Basma M.A., El – Emam M.A., Mahmoud M.B., Ibrahim W.L., Youssef A.A. (2015) Alternations in parasitological, biochemical and molecular parameters of *Biomphalaria alexandrina* snails, intermediate host of *Schistosoma mansoni*, induced post exposure to the proposed snail biocontrol agent *Phasmarhabditis hermaphrodita* nematode. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease* 5, 957-963.

Bonnemain, B. (2003) *Helix* and drugs: Snails for health care from Antiquity to these days. *Rev. Hist. Pharm.* 51, 211–218.

Bonnet, J.C.; Aupinel, P.; Vrillon, J.L. (1990) L'escargot *Helix aspersa*. *Biologie-Élevage*, Institut National De La Recherche Agronomique ed.; Paris, France, p. 124.

Bray, J.R.; Curtis, J.T. (1957) An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27, 326–349, doi:10.2307/1942268.

- Cabaret J. (1987) Regulation of Infection by a Nematode (*Muellerius capillaris*) in the Snail *Theba pisana*. *Journal of Invertebrate Pathology* 49, 242-245.
- Cabaret J. (1988) Natural Infection of Land-Snails by Protostrongylids on a Pasture Grazed by Sheep in the Rabat Area of Morocco. *Veterinary Parasitology* 26, 297-304.
- Cabaret J., Morand S., Aubert C., Yvore P. (1988) Snail farming: A survey of breeding management, hygiene and parasitism of the garden snail, *Helix aspersa Muller*. *Journal of Molluscan Studies* 54, 209-214.
- Cabaret J., Benoit M., Laignel G., Nicourt C. (2009) Current management of farms and internal parasites by conventional and organic meat sheep French farmers and acceptance of targeted selective treatments. *Veterinary Parasitology* 164, 21-29.
- Centers for Disease Control and Prevention (2015). Global Health – Division for Parasitic Diseases. <https://cdc.gov/parasites>.
- Chah, J. M., and Grace I. (2012) Characteristics of Snail Farming in Edo South Agricultural Zone of Edo State, Nigeria. *Tropical Animal Health and Production* 45(2):625–631.
- Charrier, M., Daguzan J., (1978). Étude de la croissance de l'escargot petit gris *Helix aspersa Muller*. (Mollusque Gasteropode Pulmone). *HaJiotis* 9 (I): 15-18.
- Charwat S. M., Davies K.A. (1999) Laboratory Screening of Nematodes Isolated from South Australia for Potential as Biocontrol Agents of Helicid Snails. *Journal of Invertebrate Pathology* 74, 55-61.
- Chevalier L., Desbuquois C., Le Lannic J., Charrier M. (2001) Poaceae in the natural diet of the snail *Helix aspersa Muller*. *Life Sciences* 324. 979-987
- Clarke, K.R.; Gorley, R.; Somerfield, P.J.; Warwick, R. (2014) *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*, 3rd ed.; Primer-E Ltd: Plymouth, UK.
- Colella V, Mutafchiev Y, Cavalera MA, Giannelli A, Lia RP, Dantas-Torres F, et al. Development of *Crenosoma vulpis* in the common garden snail *Cornu aspersum*: implications for epidemiological studies. *Parasit Vectors*. 2016; 9:208. pmid:27079792

Corda A., Mara L., Virgilio S., Pisanu M., Chessa G., Parisi A., Cogoni M. P. (2014) Microbiological and chemical evaluation of *Helix* spp snails from local and non – EU markets, utilized as food in Sardinia. *Italian Journal of Food Safety* 3:1732, 69-72.

Dahirel M., Ansart A., Madec L. (2014) Stage- and weather-dependent dispersal in the brown garden snail *Cornu aspersum*. *Population Ecology* 56, 227-237.

Daguzan, J. 1981: Contribution a l'élevage de l'escargot Petit Gris: *Helix aspersa* Müller (Mollusque Gastéropode Pulmoné Stylommatophore). I. Reproduction et éclosion des jeunes en bâtiment et en conditions thermohygro-métriques contrôlées. *Annales de zootechnie* 30: 249–272.

Daguzan J. (1985) Contribution à l'élevage de l'escargot Petit-gris: *Helix aspersa* Müller (Mollusque Gastéropode Pulmoné Stylommatophore). III. - Elevage mixte (reproduction en bâtiment contrôlé et engraissement en parc extérieur) : activité des individus et évolution de la population juvénile selon la charge biotique du parc. *Annales De Zootechnie* 34. 127-148

Daguzan, J. (1992) Recherché ecophysiologiques sur l'escargot Petit-gris (*Helix aspersa* Müller) en vue de son élevage. *Actes Colloq.* 13, 113–124.

Di Cesare, A., Crisi, P.E., Di Giulio, E., Veronesi, F., Frangipane di Regalbono, A., Talone, T., Traversa, D., 2013a. Larval development of the feline lungworm *Aelurostrongylus abstrusus* in *Helix aspersa*. *Parasitol. Res.* 112, 3101–3108.

Dupont-Nivet, M.; Coste, V.; Coinon, P.; Bonnet, J.C.; Blanc, J.M. (2000) Rearing density effect on the production performance of the edible snail *Helix aspersa* Müller in indoor rearing. *INRA EDP Sci. Ann. Zootech.* 49, 447–456.

Field, J.G.; Clarke, K.R.; Warwick, R.M. (1982) A practical strategy for analyzing multispecies distribution patterns. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 18, 37–52.

Elmslie L.J. (1989) Snail farming in field pens in Italy. *British Crop Protection Council Monograph*, 41: 19-25.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), (2013). *Tackling Climate Change Through Livestock: A Global Assessment of Emissions and*

Mitigation Opportunities; Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): Rome, Italy.

Food and Agriculture Organization of the United Nations and the World Health Organization (FAO/ WHO) (1998). *Epidemiology, Diagnosis and Control of Helminth Parasites of Swine*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Viale delle Terme di Caracalla, Rome, Italy.

Forte, A.; Zucaro, A.; De Vico, G.; Fierro, A. (2016) Carbon footprint of heliculture: A case study from an Italian experimental farm. *Agric. Syst.* 142, 99–111.

Franco – Acuna D.O., Pinheiro J., Torres E.J.L., Lanfredi R.M., Brandolini S.V.P.B. (2009) Nematode cysts and larvae found in *Achatina fulica* Bowdich, 1822. *Journal of Invertebrate Pathology* 100, 106-110.

Galanopoulos, K.; Aggelopoulos, S.; Kamenidou, I.; Mattas, K. (2006) Assessing the effects of managerial and production practices on the efficiency of commercial pig farming. *Agric. Syst.* 88, 125–141.

Gallego L., Gracenea M. (2015) Praziquantel efficacy against *Brachylaima* sp. Metacercariae (Trematoda: Brachylaimidae) parasitizing the edible landsnail *Cornu aspersum* and its HPLC-MS/MS residue determination. *Experimental Parasitology* 157, 92-102.

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

Garcia, A.; Perea, J.M.; Mayoral, A.; Acero, R.; Martos, J.; Gomez, G.; Pena, F. (2006) Laboratory rearing conditions for improved growth of juvenile *Helix aspersa* Müller snails. *Lab. Anim.* 40, 309–316.

Geurden T., Vercruysse J. (2007) Field efficacy of eprinomectin against a natural *Muellerius capillaris* infection in dairy goats. *Veterinary Parasitology* 147, 190–193.

Gogas, A.; Hatziioannou, M.; Lazaridou, M. (2003) Heliciculture of *Helix aspersa* in Greece. In *Slugs and Snails in World Agriculture*; Henderson, I., Ed.; British Crop Protection Council Monograph: Suffolk, UK.

Gonzalez, O.; Camargo, G.P.; Membiela, M.; Frezza, D.; Bartoloni, N.; Vieites, C. (2009) Discrete observations of the spatial distributions of the *Helix aspersa* snail in an outdoor system. *Cienc. Investig. Agrar.* 35, 123–130, doi:10.4067/S0718-16202009000100012.

Haeussler E. M., Pizá J., Schmera D., Baur B. (2012) Intensity of parasitic mite infection decreases with hibernation duration of the host snail. *Parasitology* 139, 1038-1044.

Hatziioannou, M.; Exadaktilos, A.; Panagiotaki, P.; Lazaridou, M.; Neofitou, C. (2008) Setting Quality Standards for Farmed Snails *Helix aspersa*; Final Report; Pythagoras II, Ministry of Education and Religious Affairs: Volos, Greece, p. 168.

Hatziioannou, M.; Issari, A.; Neofitou, C.; Aifadi, S.; Matsiori, S. (2014) Economic Analysis and Production Techniques of Snail Farms in Southern Greece. *World J. Agric. Res.* 2, 276–279, doi:10.12691/wjar-2-6.

Holovachov O, Bostrom S, Tangingan De Ley I, Mc Donnell RJ, Alvarado S, Paine TD, De Ley P (2016) *Alloionema similis* n. sp., a genetically divergent sibling species of *A. appendiculatum* Schneider, 1859 (Rhabditida: *Alloionematidae*) from invasive slug in California, USA. *Syst Parasitol* 93:877–898.

Iglesias J., Santos M., Castillejo J. (1996). Annual Activity Cycles of the Land Snail *Helix aspersa* (Muller) in Natural Populations in North-Western Spain. *Journal of Molluscan studies*, 62: 495-505.

Jankelova, N.; Joniakova, Z.; Blstakova, J.; Nemethova, I. Readiness of human resource departments of agricultural enterprises for implementation of the new roles of human resource professionals. *Agric. Econ.* 2017, 63, 461–470.

Jess, S., Marks, R.J., (1998) Effect of temperature and photoperiod on growth and reproduction of *Helix aspersa* var. *maxima*. *The J. Agric. Sci.*, 130:367-372.

Katsoulas, N., Apostolou, K., Hatzioannou, M., Aifanti, S., Neofytou, Ch., Kittas, C., (2013), Design and performance test of a fog cooling system for humidity control in screenhouses for snail breeding 466-470.

Kyriánová I.A., Kopecký O., Šlosárková S., Vadlejš J. (2019) Comparison of internal parasitic fauna in dairy goats at conventional and organic farms in the Czech Republic. *Small Ruminant Research* 175, 126–132.

Lahmar S., Cabaret J., Cheniti T. (1990) Land snails and periods at high risk for protostrongylid infection on a sheep-grazed pasture of Northeast Tunisia. *Veterinary Parasitology* 36, 105-115

Lazaridou-Dimitriadou, M.; Alpyanni, E.; Baka, M.; Brouziotis, T.; Kifonidis, N.; Mihaloudi, E.; Sioula, D.; Vellis, G. (1998) Growth, mortality and fecundity in successive generations of *Helix aspersa* Muller cultured indoors and crowding effects on fast, medium and slow—growing snails of the same clutch. *J. Molluscan Stud.* 64, 67–74.

Lazaridou-Dimitriadou, M.; Chatziioannou, M. (2005) Differences in the life histories of *Xerolenta obvia* (Menke, 1828) (Ygromiidae) in a coastal and a mountainous area of northern Greece. *J. Molluscan Stud.* 71, 247–252, doi:10.1093/mollus/eyi032.

Lazaridou-Dimitriadou, M.; Saunders, D.S. (1986) The influence of humidity, photoperiod and temperature on the dormancy and activity of *Helix lucorum* L. (Gastropoda, Pulmonata). *J. Molluscan Stud.* 52, 180–189.

Ligaszewski, M.; Pol, P.; Radkowska, I.; Surowka, K.; Lysak, A. (2014) Results of research on the active species protection of the Roman snail (*Helix pomatia*, Linnaeus, 1758) using farmed snails in the second year of life. First season of the study. *Ann. Anim. Sci.* 14, 377–389.

Lucarz, A.; Gomot, L. (1985) Influence de la densité de population sur la croissance diamétrale et pondérale de l'escargot *Helix aspersa* Müller dans différentes conditions d'élevage. *J. Moll. Stud.* 51, 105–115.

Madec L, Bellido A, Guiller A (2003). Shell shape of the land snail *Cornu aspersum* in North Africa: unexpected evidence of a phylogeographical splitting. *Heredity* 91,224–231.

Martin-Alonso A., Abreu Yanes E., Feliu C., Mas Coma S., Bargues M.D., Valladares B., Foronda P. (2015) Intermediate Hosts of *Angiostrongylus cantonensis* in Tenerife, Spain. *PLoS ONE* 10(3): e0120686. doi: 10.1371/journal.pone.0120686

Matthews JG (2011): *Diseases of the goat*, John Wiley and Sons, Inc.

Milinsk, M.C. Padre, R. Hayashi, C. De Oliveira, C.C. Visentainer, J.V. De Souza, N.E. Matsushita, M. (2006). 'Effect of feed protein and lipid contents on fatty acid profile of snail (*Helix aspersa maxima*) meat'. *Journal of Food Composition and Analysis Vol 19*, 212-216.

Millogo, V.; Ouedraogo, G.A.; Agenas, S.; Svennersten-Sjaunja, K. (2008) Survey on dairy cattle milk production and milk quality problems in peri-urban areas in Burkina Faso. *Afr. J. Agric. Res.* 3, 215–224.

Morand, S., Daguzan, J. (1986) Contribution à l'étude du parasitisme de l'escargot petit-gris (*Helix aspersa* Müller): premiers resultats concernant l'acarien *Riccardoella limacum* (Schrank) et le nematode *Alloionema appendiculatum* (Schneider). *Haliotis* 15, 31–39.

Morand, S., Wilson, M. J. & Glen, D. M. (2004). Nematodes (Nematoda) parasitic in terrestrial gastropods. In Barker, G. M. (ed.) *Natural enemies of terrestrial molluscs*, pp. 525-557. UK: CABI Publishing.

Morei, V. (2012) Heliciculture—perspective business in the context of sustainable development of rural areas. *Sci. Pap. Ser. Manag. Econ. Eng. Agric. Rural Dev.* 12, 113–118.

Morera, P. & Céspedes R. (1971). *Angiostrongylus costaricensis* n.sp. (Nematoda: Metastrongyloidea) a new lungworm occurring in man in Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 18: 173-185.

Ogbu, C.C., Ugwu, S.O.C. (2011). Evaluation of pre-mating reproductive isolation in *Archachatina marginata* from three populations in the humid tropics. *Afr J Biotechnol*, 10: 14669- 14677.

Oikonomou, S.; Polymeros, K.; Galanopoulos, K. (2012) Investigating the dynamics of Greek exports in the E.U snail's market. In Proceedings of the 12th conference of the Greek Association of Agricultural Economics (GAAE), Thessaloniki, Greece, 23–24 November.

Panuska, C., (2006). Lungworms of ruminants. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice* 22, 583–593.

Paraud, C., Cabaret, J., Pors, I., Chartier, C., (2005). Impact of the nematophagous fungus *Duddingtonia flagrans* on *Muellerius capillaris* larvae in goat faeces. *Veterinary Parasitology* 131 (1), 71–78.

Rey, L., 2008. *Parasitologia*, fourth ed. Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro.

Rinaldi L., Coles G.C., Maurelli M.P., Musella V., Cringoli G. (2011) Calibration and diagnostic accuracy of simple flotation, McMaster and FLOTAC for parasite egg counts in sheep. *Veterinary Parasitology* 177, 345–352.

Rinaldi, L, Veneziano V., Cringoli G. (2007) Dairy goat production and the importance of gastrointestinal strongyle parasitism. [Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene](#), 101, 745–746

Rodpai R, Intapan PM, Thanchomnang T, Sanpool O, Sadaow L, Laymanivong S, et al. (2016) *Angiostrongylus cantonensis* and *A. malaysiensis* Broadly Overlap in Thailand, Lao PDR, Cambodia and Myanmar: A Molecular Survey of Larvae in Land Snails. *PLoS ONE* 11(8): e0161128. doi: 10.1371/journal.pone.0161128.

Roepstorff A, Nansen P. (1998) *Epidemiology, Diagnosis and Control of Helminth Parasites of Swine*. Rome, Italy. FAO Animal Health. Runham N.W. (1975) *Functional anatomy and physiology*. 3rd Edition. Academic Press, New York. Alimentary canal. Pulmonates, 1:53-104.

Scheil AE, Hilsmann S, Triebkorn R, Köhler H-R (2014). Shell colouration and parasite tolerance in two helicoid snail species. *J Inv Path* 117: 1–8.

Schupbach H.U, Baur B. (2010) Contact-based transmission models in terrestrial gastropod populations infected with parasitic mites. *International Journal for Parasitology* 40, 1045–1050.

Segade, P.; Crespo, C.; García, N.; García-Estévez, J.M.; Arias, C.; Iglesias, R. (2011) *Brachylaima aspersae* n. sp. (Digenea: Brachylaimidae) infecting farmed snails in NW Spain: Morphology, life cycle, pathology and implications for heliciculture. *Vet. Parasitol.* 175, 273–286, doi: 10.1016/j.vetpar.2010.10.026.

Segade P., Garcia- Estevez J., Arias C., Iglesias R. (2013) Parasitic infections in mixed system-based heliciculture farms: dynamics and key epidemiological factors. *Journal of Parasitology* 140, 482-497.

Segade P., Kher C.P., Lynn D.H., Iglesias R. (2009) Morphological and molecular characterization of renal ciliates infecting farmed snails in Spain. *Journal of Parasitology* 136, 771–782.

Smith M.C., Sherman D.M. (2009): Respiratory System. In *Goat medicine*, pp. 339 – 376. John Wiley and Sons, Inc.

Sneath, P.H.A.; Sokal, R.R. (1973) *Numerical Taxonomy. The Principles and Practice of Numerical Classification*; W.H. Freeman and Company: San Francisco, CA, USA, p. 573.

Staikou, A.; Koemtzopoulos, E. (2019) Intraspecific morphological variation of the sperm storing organ in two hermaphroditic land snail species. *J. Biol. Res.* 26, 1–10.

Staikou, A.; Lazaridou-Dimitriadou, M. (1989) a Feeding experiments on and energy flux in a natural population of the edible snail *Helix lucorum* L. (Gastropoda: Pulmonata: Stylommatophora) in Greece. *Malacologia* 31, 217–227.

Staikou, A.; Lazaridou-Dimitriadou, M. (1989) b Effect of crowding on growth and mortality in the edible snail *Helix lucorum* (Gastropoda: Pulmonata) in Greece. *Isr. J. Zool.* 36, 1–9.

Staikou, A.; Lazaridou-Dimitriadou, M. (1991) The life cycle, population dynamics, growth and secondary production of the snail *Xeropicta arenosa* Ziegler (Gastropoda Pulmonata) in Northern Greece. *Zool. J. Linn. Soc.* 101, 179–188.

Staikou, A.; Lazaridou-Dimitriadou, M.; Farmakis, N. (1988) Aspects of the life cycle, population dynamics, growth and secondary production of the edible snail *Helix lucorum* Linnaeus, 1758 (Gastropoda, Pulmonata) in Greece. *J. Molluscan Stud.* 54, 139–155.

Staikou, A.; Tachtatzis, G.; Feidantsis, K.; Michaelidis, B. (2016) Field studies on the annual activity and the metabolic responses of a land snail population living in high altitude. *Comp. Biochem. Physiol. Part A Mol. Integr. Physiol.* 191, 1–8, doi: 10.1016/j.cbpa.2015.09.010.

Suarez V.H., Bertoni E.A., Micheloud J.F., Cafrune M.M., Vinabal A.E., Quiroga Roger J., Bassanetti A.F. (2014) First record of *Muellerius capillaris* (Nematoda, Protostrongylidae) in northwestern Argentina. *Helminthologia*, 51, 4: 288 – 292.

Theodorou A., Karapanagiotidis I.T., Staikou A., Hatzioannou M., (2016) Intake and loss of dietary nitrogen by the pulmonate gastropod *Cornu aspersum* in relation to feed and season. Proceedings of the HydroMediT 2016, 2nd International Congress of Applied Ichthyology and Aquatic Environment, 10-12 November, Messolonghi, Greece, pp. 91-96.

Thiengo S.C., Maldonado A., Mota E.M., Torres E.J.L., Caldeira R., Carvalho O.S., Oliveira A.P.M., Simões R.O., Fernandez M.A., Lanfredi R.M. (2010) The giant African snail *Achatina fulica* as natural intermediate host of *Angiostrongylus cantonensis* in Pernambuco, northeast Brazil. *Acta Tropica* 115, 194–199

Toader – Williams A., Bentea M. (2010) Comparative Study on the Adaptation and Growth Dynamics of the *Helix pomatia* and *Helix aspersa* Muller Terrestrial Snails Under Different Feeding Regimes. *Animal Science and Biotechnologies* 43, 133-142.

Tsoutsos, D.; Kakagia, D.; Tamparopoulos, K. (2009) The efficacy of *Helix aspersa* Muller extract in the healing of partial thickness burns: A novel treatment for open burn management protocols. *J. Dermatol. Treat.* 20, 219–222.

Tunholi-Alves V.M., Tunholi V.M., Amaral L.S., Mota E.M., Maldonado Jr.A., Pinheiro J., Garcia J. (2015) Biochemical profile of *Achatina fulica* (Mollusca: Gastropoda) after infection by different parasitic loads of *Angiostrongylus*

cantonensis (Nematoda, Metastrongylidae). Journal of Invertebrate Pathology 124, 1-5.

Utomo, B. N., Poernomo, S., Hardjoutomo, S., Herwati (1991) A bacteriological study on earth snails (*Achatina fulica*). Penyakit Hewan 23,15-17.

Valente R., Diaz J.I., Salomon O.D., Navone G.T. (2017) Natural infection of the feline lungworm *Aelurostrongylus abstrusus* in the invasive snail *Achatina fulica* from Argentina. Veterinary Parasitology 235, 17 -19.

Van Calker KJ, Berentsen PBM, Giesen GWJ, Huirne RBM (2005) Identifying and ranking attributes that determine sustainability in Dutch dairy farming. Agric Human Values 22:53–63

Vaufleury A., Gimbert F. (2009) Obtention du cycle de vie complet d'*Helix aperta* Born de sites tunisiens en conditions contrôlées. Influence de la photopériode. Comptes Rendus Biologies 332, 795-805.

Villena M.A., Morales S.C., Soto J.O., Enciso M.H. (2010) BACTERIAL FLORA IN THE DIGESTIVE TRACT OF HELIX ASPERSA MÜLLER SNAILS UNDER TWO BREEDING SYSTEMS. Revista Investigaciones Veterinarias del Perú, 21(1): 100-105.

Vitta A., Polseela R., Nateeworanart S., Tattiyapong M. (2011) Survey of *Angiostrongylus cantonensis* in rats and giant African land snails in Phitsanulok province, Thailand. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine 597-599.

White-McLean, J. A. (2011) *Terrestrial mollusc tool: Snail and slug dissection*: USDA/APHIS/PPQ Center for Plant Health Science and Technology and the University of Florida. Available at: <http://idtools.org/id/mollusc/dissection.php> (accessed: 6th of February 2014).

Williams A.J., Rae R. (2015) Susceptibility of the Giant African snail (*Achatina fulica*) exposed to the gastropod parasitic nematode *Phasmarhabditis hermaphrodita*. Journal of Invertebrate Pathology 127, 122 -126.

Wilson, M.J., Glen, D.M. and George, S.K. (1993) The rhabditid nematode *Phasmarhabditis hermaphrodita* as a potential biological control agent for slugs. *Biocontrol Science and Technology* 3, 503–511.

Wood I.B., Amaral N.K., Bairden K. (1995) World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) second edition of guidelines for evaluating the efficacy of anthelmintics in ruminants (bovine, ovine, caprine). *Vet Parasitol* 1995; 58:181–213.

Zar JH (2007). *Biostatistical Analysis*. 5th edition. Prentice Hall, NJ, United States

Zucaro, A.; Forte, A.; de Vico, G.; Fierro, A. (2016) Environmental loading of Italian semi-intensive snail farming system evaluated by means of life cycle assessment. *J. Clean. Prod.* 125, 56–67, doi: 10.1016/j.jclepro.2016.03.045.

Zygyiannis, D. (2006) Sheep production in the world and in Greece. *Small Rumin. Res.* 62, 143–147.

6. Abstract

Snail farming is the branch of animal production that deals with the methods of breeding land snails and aims at achieving an increase in their productivity as well as the corresponding economic benefit. Today, commercial farms have been established in many parts of the world. At the same time, extensive and intensive breeding methods were developed. In Greece, snail of species *Cornu aspersum* is mainly bred, but one of its subspecies, *Cornu aspersum maximum*, is used very often. According to the latest available data from the Hellenic Ministry of Rural Development and Food in Greece, 131 snail farms are in operation, occupying 578,000 m². Of these, 75 (57%) are the open-air type, which occupies an area of 482,000 m², and 56 (43%) intensive (net-covered houses) type, which occupies an area of 93,000 m². Snail farming systems in Europe are mainly classified into two categories due to the facilities of each holding: open field farms or covered constructions of different types. The *open-field system* is extensive farming, where outdoor breeding and fattening take place. The covered constructions (*e.g., net-covered houses*) are an intensive farming system. The duration of the production cycle (reproduction, fattening, and harvest) in snail farming depends on the biological cycle of the cultured species and the farm area's climatic conditions.

Intense crowding of farmed animals, and uncontrolled production conditions are the main factors of transmission of pathogenic microorganisms including parasites. The parasites cause significant economic losses due mainly to the reduction of the production of animal products, to the degradation of the livestock but also to the creation of problems in the produced products with the presence of antiparasitic substances in them. They are also often the intermediate hosts of animal and human diseases threatening Public Health.

Many studies have been conducted on the dangers posed by terrestrial gastropods from pests, as they pose a risk to a snail farm, as they can spread to their population, especially when it is dense.

In the 1st part of Thesis, objectives, such as the classification of farming systems in Greece and assessing the effects of various annual production parameters, were investigated. The aim of the 2nd part of the research was to register parasite species in farmed snails in Greece and to investigate possible factors that relate to the level of parasitism. Finally, the purpose of Part 3 was to design breeding protocols for two systems (open and net-covered greenhouse) that lead to safe and certified products.

Data of the 1st part were collected (2017) via a questionnaire, and sampling was conducted in 29 snail farms dispersed in six different regions (Thrace, Central Macedonia, West Macedonia, Thessaly, Western Greece, and the Attica Islands). For the needs of the present dissertation, production indicators were designed, tested and selected based on the data collected through the questionnaire and the sampling that took place in each snail farm. Descriptive statistics for continuous variables and frequencies for categorical variables were calculated. Thereafter, four original variables were selected (farming system, region, species, and substrate) and were used as factors to estimate their influence on three productivity variables. For categorical variables, nonmetric Multidimensional Scaling (nMDS), based on the of Bray–Curtis similarity index was used as a means of visualizing the percentage of similarity between different farms.

During a two-year experiment a total of 1300 gastropods ($14.02 \pm 2.48\text{gr}$) was collected from 26 different farms of four different types in the first year (2017), and 900 snails ($13.2 \pm 2.7\text{ g}$) from 18 farms in the second (2018). The farms are located in Central,

Western and North Greece and breed snails (*Cornu aspersum maximum* and *Cornu aspersum aspersum*) for human consumption. At each sampling, two places were selected for collecting gastropods. The selection of points was based on biotic load and differences in microclimate. 25 adult snails were collected per place. In each snail weight and diameters were measured. Fecal samples were collected individual for every farm and transported to the laboratory where they were examined within 2 days. The number of eggs of gastrointestinal nematodes in snail feces (FEC) was determined according to the modified McMaster method. Results were expressed in eggs per gram of feces (EPG). For the determination of potential infection from nematode larvae, alive snails were examined one by one in microscope. After 24 h, cephalopodal mass was separated from shell and placed apart in a beaker. The body was removed from the shell. The mantle cavity was examined and then the internal organs were analyzed. In the end, the foot tissues were examined (Valente 2017). Parasites were identified through morphological examination and dissection. In addition, microbial test was performed on gastropods. The methods used were the horizontal method EN ISO 11290-1: 1996 for the detection and counting of *Listeria monocytogenes* and the BS EN ISO 13720: 2010 for the enumeration of the colonies of *Pseudomonas spp.* The bivariate Pearson Correlation was used to assess whether there is statistical evidence for a linear relationship between variables affecting the number of eggs, larvae, or adult parasites on a snail farm.

The 3rd experiment was carried out in a net covered greenhouse and in an open farm, in order to compare the two different snail breeding systems, while the snails (*Cornu aspersum maximum*) came from 2 different age classes (June - August). The initial densities of snails were: 125 animals/m² and 250/m². They were divided into 4 experimental series (2 ages on 2 densities) for the net covered greenhouse and the open

farm system (eight in total). Samplings (8) was performed weekly, in the morning before the feeding of snails, and 30 snails were collected per experimental series. The breeding indicators calculated for each experimental series for the evaluation of the two breeding systems were: mortality, total production, percentage of marketable snails, number of snails per kg, average growth rate of body weight, time of maturation (days required that at least 50% of the snails per experimental row obtain a rotated peristome), the percentage of body weight (fillet) relative to the rest of the snail body, the potential gross income per experimental series.

During the experiment, feces were collected from each experimental series (5 samplings), which were examined to determine the number of eggs of gastrointestinal parasites per gram of feces (eggs per gram -EPG) using the modified McMaster method. In addition, at the end of the experiment, dissection and microscopic examination of 20 snails from each experimental series was performed for presence of larvae or adult parasites. The results of this test were indicators of well-being of the farm system, as the effect of different densities and the two different systems on the spread of parasites in farmed snails. In order to realize the effect of the breeding system, regression analysis was used for all biotic and abiotic factors, while the Pearson correlation was used in the data from the parasitic control of snails as well as for the results from McMaster method.

The results of the analysis of snail farms in Greece describe the breeding systems and the structural and administrative characteristics of the holdings as far the breeder was concerned, the farm as well as productive indicators such as the production per useful area per year, the number of marketable snails per kg and their growth rate per day. In addition, the effects of various parameters (breeding methods, area, farmed species and type of substrate) were evaluated. 39 % of the farms in this research were active in Central

Macedonia while its average farm operation duration exceeded 8 months and the mean annual production was 1597 kg of fresh live snails. Results recorded five farming systems: elevated sections (7%), net-covered greenhouse (38%), a mixed system with net-covered greenhouse (10%), open field (38%), and mixed system with an open field (7%). Snail farms differ in the type of substrate, available facilities, and equipment (60% similarity between most of the open field farms). The geographical location of farms' settlement affects productivity but also influences the duration of operation, especially in open field farms, due to their operation under a wide assortment of climatic types.

In parasitological research in the 1st year (2017), nematode eggs were found in every sample with a range from 40 EPG to 20880 EPG. The average price for eggs per gram was 3589 ± 5726.5 . The highest average value (7471 EPG) was presented in mixed system with net - covered greenhouse, while open field farms showed the lowest (2349 EPG). In this first study (2017) in Greece, three species of nematodes were isolated. The prevalence of gastrointestinal nematode parasite *Phasmarhabditis hermaphrodita* ranged from 10% to 40% (gut), while *Muellerius capillaris* has prevalence rate 20% (foot tissue, third stage larvae) and 15% for *Alloionema appendiculatum* (foot tissue). Finally, all samples from open farms, elevated sections and net-covered greenhouses were positive for the presence of *Listeria monocytogenes*. In mixed system, 80% of the samples were positive for *Listeria spp.*, while the presence of the microorganism *Pseudomonas spp.* ranged from $5.6 \cdot 10^3$ CFU / gr to $8.7 \cdot 10^4$ CFU / gr.

In 2018, 18 faecal samples were collected from snail farms (species *Cornu aspersum maximum* and *Cornu aspersum aspersum*). Using Simple McMaster technique, we found in every sample Nematoda eggs with range from 160 EPG to 11080 EPG. In 2018, all farms were positive. Also, the average EPG on feces was 2535.55 ± 3327.72

(SD). In the second year of experiment (2018), adult nematodes appeared in only two systems [(i.e. open field (42.8%), net – covered greenhouse (40%)]. The species were *Phasmarhabditis hermaphrodita* (20 - 40%; intestine), *Muellerius capillaris* (40%; foot) and *Alloionema appendiculatum* (20- 60%; intestine). *P. hermaphrodita* was the most prevalent parasite in every farm system.

Results from the experimental breeding that took place in the facilities of University of Thessaly showed that the mean value of temperature and relative humidity both in the net covered greenhouse and in open farm were within the ideal conditions. Specifically, the mean outside temperature was higher than this inside the net covered greenhouse (19.28 ° C, 18.18 ° C), due to higher temperatures in the first month (September) of breeding. Overall, there were no significant differences due to the lower temperatures from the second week of October. As for relative humidity, inside the greenhouse its value was always higher than outside. In fact, its average value reached 92.85% compared to 85.4% outside. In addition, the values of minimum relative humidity showed a significant deviation between them (69.69% - 57.48%).

Regarding the weight gain of the snails, the experiment was considered satisfactory. In particular, young snails, both inside and outside the net-covered greenhouse, gained up to 10 grams. Respectively, the adult snails showed smaller increase (3.5 grams in open farm and 6.5 in the net covered greenhouse). Respectively, the biomass (Kg/m²) for the age group of young snails (August) doubled in both types of breeding, while in the age group of adults (June) the increase was clearly smaller (0.5 - 0.8 Kg/m²). It took just two weeks of rearing to produce more than 50% of marketable snails for the adult age group (June generation). On the contrary, the measurements in the age group of juvenile snails (August generation), showed expected results as the largest percentage

reached the marketable size after one month. In our experiment, mortality remained low. Overall, the average mortality rate was 12.4% for snails in open farm and 10.85% for those in the net-covered greenhouse. The highest average growth rate was observed in snails of generation of August (0.20 gr/animal/day). In contrast, the growth rate in the class of adult snails (June generation) reached only 0.12 gr/animal/day. In fact, a higher rate was observed in the gastropods inside the net covered greenhouse compared to the open farm (0.13 - 0.11 gr/animal/day). Overall, in most experimental series, the juvenile age group of snails took up to 28 days to reach 50% of the marketable snail population, while in the adult age group only 14. Adult parasites were found in the anatomy performed at the end of the experiment. Nematode species of *A. appendiculatum* and *P. hermaphrodita* observed in all experimental series in the net covered greenhouse but only in one in open farm. Finally, proper management is required to achieve the ideal conditions and therefore maximize production.

The assessment of modern farms' structural and management characteristics, including heliciculture, can contribute to sustainable food production. This is the first study that classifies snail farms in Greece and describes them in detail. Results indicated that intensive farms exhibit high production. Snail farming can be a potentially promising business, but this depends on a multitude of factors. We need more in-depth scientific knowledge and research on the breeding and growth of snails and the climatic and geographical aspects of the selected areas of farm settlement.

This study has recorded two adult species of Nematoda parasites (*Phasmarhabditis hermaphrodita*, *Alloionema appendiculatum*) and a 3rd stage larva (*Muellerius capillaris*) in farmed snails, which constitutes their very 1st reference in Greece. Adult parasites were found in all types of snail farming, in three different regions

(Macedonia, Thessaly and Western Greece) and in the foot tissues and the intestine respectively. The increase in percentage of positive snail farms with adult parasites during the second year (38.8%) suggests that preventive measures should be taken in order to protect farmed snails and restrict the spread of parasites.

This study proves that high humidity increases the presence of adult nematodes parasites in snail fattening. Thus, a significant issue is raised, regarding that terrestrial snails remain active in high humidity, which is also required for snail farming, something worth considering in the design of the animal welfare protocol. Finally, the importance of fecal examination methods such as McMaster method for the monitoring of parasitic infections in snail farms should be noted. This is a widely used practice in productive animals and in snails it is important because it is done in live gastropods without having to sacrifice them for diagnosis. A necessary condition, of course, is that the parasites that we investigate in one of their stages of development can be located in the feces.

The present dissertation is the 1st work to record the breeding of snails of species *Cornu aspersum maximum* in a net covered greenhouse compared to open farm, as similar research has been done only on snails in one of the two types of breeding. The results for the growth of snails in autumn were excellent, as all the animals in both systems, reached the marketable size at the end of the experiment, while its growth rate was considered satisfactory. Also, mortality was low throughout the experiment.

Παράρτημα

Πίνακας I

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

A. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Φύλο: Άνδρας Γυναίκα:

Ηλικία:

Οικογενειακή κατάσταση: Άγαμος Έγγαμος

Επίπεδο εκπαίδευσης: α. Ανώτατη εκπαίδευση

β. Ανώτερη εκπαίδευση

γ. Μέση εκπαίδευση

δ. Στοιχειώδη εκπαίδευση

Οικονομική κατάσταση: α. Καλή

β. Μέτρια

γ. Κακή

B. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΚΤΡΟΦΗΣ – ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- 1) Έτος ίδρυσης της μονάδας:
- 2) Περιοχή εγκατάστασης (Νομός - Δήμος):
- 3) Τύπος εκτροφής: Ανοιχτός Κλειστός Μεικτός
- 4) Κύριες εγκαταστάσεις:
1. Αγρός – ανοιχτή εκτροφή Ναι Όχι Έκταση:.....
 2. Διχτυοκήπιο Ναι Όχι Έκταση:.....
 3. Θάλαμοι αναπαραγωγής: Ναι Όχι
- 5) Λοιπές εγκαταστάσεις:
1. Αποθήκη συγκομιδής: Ναι Όχι
 2. Εργαστήριο: Ναι Όχι
 3. Συσκευαστήρια: Ναι Όχι
 4. Ψυκτικός θάλαμος: Ναι Όχι
 5. Γραφεία: Ναι Όχι
 6. Άλλο Ναι Όχι
- 6) Υπάρχουν άλλες εκτροφές κοντά; Ναι Όχι

Αν ναι:

- i) Σαλιγκαροτροφίας: Ναι Όχι

ii) Άλλου τύπου:

iii) Απόσταση:

7) Υπάρχει σύστημα δροσισμού στην εκτροφή; Ναι Όχι

Αν ναι:

1. Τι τύπου είναι:

2. Πότε τίθενται σε λειτουργία (ώρα):

3. Για πόση ώρα παραμένουν σε λειτουργία:

8) Από πού προμηθεύεται η εκτροφή νερό: Δίκτυο ύδρευσης Γεώτρηση

9) Έχει γίνει ανάλυση νερού; Ναι Όχι

Αν ναι ποια τα αποτελέσματα:

10) Ποιος είναι ο μηχανολογικός εξοπλισμός:

1. Δίκτυ κάλυψης Ναι Όχι

2. Ύφασμα για προστασία από χαμηλές θερμοκρασίες Ναι Όχι

3. Καταφύγια (ξύλινα) Ναι Όχι

4. Κλωβοί Ναι Όχι

5. Ταΐστρες Ναι Όχι

6. Δοχεία για απόθεση αυγών Ναι Όχι

7. Θάλαμος χειμερίας ή θερινής νάρκης Ναι Όχι

8. Αισθητήρας θερμοκρασίας ή υγρασίας αέρα Ναι Όχι

9. Υλικά για την συσκευασία των σαλιγκαριών Ναι Όχι

10. Αγροτικά εργαλεία και μηχανήματα Ναι Όχι

11) Εργασίες που γίνονται στο εκτροφείο πριν και κατά την περίοδο εκτροφής:

Περιγραφή	Ναι/Όχι	Μήνας
Όργωμα		
Φρεζάρισμα		
Καλλιέργεια φυτών		
Βελτίωση υποστρώματος		
Λίπανση		
Απολύμανση χώρου		
Ψεκασμός ζιζανιοκτόνων		
Μυοκτονία		
Αυλάκια αποστράγγισης		

Γ. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΚΤΡΟΦΗΣ – ΖΩΙΚΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

1) Εκτρεφόμενο είδος σαλιγκαριού

Είδος	Ναι/Όχι	Περίοδος εκτροφής (Μήνας)
<i>Cornu aspersum (Helix aspersa)</i> , κρητικός κοχλιός		
<i>Helix aspersa maxima (Gros gris)</i>		
Άλλο		

2) Προέλευση γεννητόρων φετινής περιόδου

a) Από παλαιότερη γενιά γεννητόρων του εκτροφείου μου b) Ελλάδα c) Εξωτερικό Αν a) οι αρχικοί γεννήτορες ήταν: άγρια ζώα εκτροφής

Αν b) από ποια περιοχή προέρχονται:

3) Περίοδος εκτροφής

Μήνας	Περίοδος εκτροφής (Σημειώστε 1 ή 2 ανάλογα με τις περιόδους που υπάρχουν)	Ολικό βάρος γεννητόρων (Αρχή και τέλος κάθε περιόδου εκτροφής)
Απρίλιος		
Μάιος		
Ιούνιος		
Ιούλιος		
Αύγουστος		
Σεπτέμβριος		
Οκτώβριος		
Νοέμβριος		

4)

5) Αναπαραγωγή γεννητόρων

Μήνας	Αριθμός ζευγαρωμάτων	Αριθμός οωαποθέσεων
Απρίλιος		
Μάιος		
Ιούνιος		

Ιούλιος		
Αύγουστος		
Σεπτέμβριος		
Οκτώβριος		
Νοέμβριος		

6) Θνησιμότητα

Μήνας	Ποσοστό (%) θνησιμότητας
Απρίλιος	
Μάιος	
Ιούνιος	
Ιούλιος	
Αύγουστος	
Σεπτέμβριος	
Οκτώβριος	
Νοέμβριος	

6) Με τι διατρέφονται τα ζώα:

- a) Φυτά
- b) Χορηγούμενη ζωοτροφή
- c) Και τα δύο

Αν a) ποια είδη φυτών χρησιμοποιείται για την διατροφή;

Αν b) ή c) συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

Χορηγούμενες ύλες (σύσταση ζωοτροφής)	Ποσότητα (kg)

7) Ύπαρξη βιταμινών στην τροφή: Ναι Όχι

8) Κάθε πότε ταΐζετε τα εκτροφόμενα σαλιγκάρια:

9) Αλλάζετε την σύσταση τους παρεχόμενου σιτηρεσίου κάποια στιγμή;

Ναι Όχι

Αν ναι, για ποιον λόγο (ασθένεια, στάδιο εκτροφής):

10) Γίνεται προληπτικός ψεκασμός για ασθένειες στο εκτροφείο: Ναι Όχι

11) Χορηγείτε κάποιο είδος φαρμάκου στα ζώα: Ναι Όχι

Αν ναι:

a) Ψεκάζονται τα ζώα με υγρό διάλυμα

b) Προστίθενται σε μορφή σκόνης στο σιτηρέσιο

Η ποσότητα και το είδος του φαρμάκου καθορίζεται από (Σημειώστε αυτό που ισχύει):

Εκτρεφόμενο είδος	
Μέσο βάρος ζώων	
Ηλικία (ενήλικο - ανήλικο)	

Τα φάρμακα δίνονται κατόπιν (Σημειώστε αυτό που ισχύει):

i. Συμβουλής Κτηνιάτρου

ii. Συμβουλής Γεωπόνου

iii. Συμβουλή άλλου εκτροφέα

iv. Προσωπική επιλογή

12) Εχθροί – Παράσιτα

a) Έχετε παρατηρήσει γυμνοσάλιαγκες εντός του χώρου εκτροφής;

Ναι Όχι

b) Τι είδη ζώων εισέρχονται στον χώρο εκτροφής:

Είδος	Ναι/Όχι
Πουλιά	
Ποντίκια	
Φίδια	
Γάτες	
Σκύλοι	

c) Πως διαχειρίζεστε τα νεκρά ζώα:

d) Πως διαχειρίζεστε τα μολυσμένα ζώα:

e) Σε ποια ηλικία παρατηρείται η μεγαλύτερη θνησιμότητα στα σαλιγκάρια λόγω εχθρών ή παρασίτων:

Ανήλικα

Ενήλικα

13) Έχετε παρατηρήσει ή ενημερωθεί από ειδικό για κάποιο συγκεκριμένο είδος παρασίτου;

Ηλικία	Εχθρός / Παράσιτο (Συμπληρώστε το είδος)
Ανήλικα	
Ενήλικα	

14) Ποια τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζεται, όσον αφορά το ζωικό κεφάλαιο:

	Ναι/Όχι
Ρύπανση χώρου εκτροφής (κόπρανα, υπολείμματα τροφής, νεκρά ζώα)	
Δυσκολία διάθεσης προϊόντος	
Τιμή προϊόντος	
Χαμηλή ποιότητα εκτρεφόμενων ζώων	

Α. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΚΤΡΟΦΗΣ

1) Τι ποσό δίνετε για ζωοτροφές ανά περίοδο εκτροφής:

Μήνας	Αξία σε Ευρώ
Απρίλιος	
Μάιος	
Ιούνιος	

Ιούλιος	
Αύγουστος	
Σεπτέμβριος	
Οκτώβριος	
Νοέμβριος	

2) Αν χρησιμοποιείται φάρμακα, πόσα χρήματα ξοδεύετε σε αυτά:

3) Ύδρευση

Μήνας	Αξία σε Ευρώ
Απρίλιος	
Μάιος	
Ιούνιος	
Ιούλιος	
Αύγουστος	
Σεπτέμβριος	
Οκτώβριος	
Νοέμβριος	

4) Ρεύμα

Μήνας	Αξία σε Ευρώ
Απρίλιος	
Μάιος	
Ιούνιος	
Ιούλιος	
Αύγουστος	
Σεπτέμβριος	

Οκτώβριος	
Νοέμβριος	

5) Προσωπικό

Κατηγορίες	Αριθμός ατόμων	Ώρες/Ημέρα	Ημέρες/Μήνα	Ευρώ/Μήνα
Γεωπόνος				
Κτηνίατρος				
Εργάτες				

6) Έξοδα εκτροφής

Κατηγορίες	Αξία σε Ευρώ
Ενοίκιο	
Προετοιμασία χώρου εκτροφής	
Κατασκευή χώρου εκτροφής (Διχτυοκήπιο, Υπερυψωμένα, Περίφραξη)	
Συντήρηση εγκαταστάσεων	
Αναλώσιμα (Δίχτυ, καταφύγια)	
Ασφάλιση	

Μεταποίηση προϊόντος	
Μεταφορά προϊόντος	

7) Έσοδα

Κατηγορίες	Αξία σε Ευρώ
Νωπά ζώα	
Μεταποιημένα ζώα	
Βλέννα	
Χαβιάρι σαλιγκαριών	
Άλλο	

Πίνακας II: Συσχέτιση Pearson για την αξιολόγηση των παραμέτρων παρασιτισμού (αριθμός αυγών παρασίτων, αριθμός προνυμφών, ποσοστό επιπολασμού ενήλικων παρασίτων, αριθμός ακάρεων και αριθμός πρωτόζωων) με την περιοχή εγκατάστασης της μονάδα, του συστήματος εκτροφής, του μέσου βάρους των ενήλικων σαλιγκαριών, της παραγωγής ανά ωφέλιμη επιφάνεια, του υποστρώματος, του υψομέτρου, της διατροφής, της διάρκειας λειτουργίας της μονάδας, της μέσης θερμοκρασίας και του ύψους βροχής

	Περιοχή	Σύστημα εκτροφής	Μέσο βάρος (gr)	Παραγωγή ανά ωφέλιμη επιφάνεια (Kg/m ²)	Υπόστρωμα	Υψόμετρο	Διατροφή	Διάρκεια λειτουργίας της μονάδας	Ύψος βροχής (mm)	Μέση θερμοκρασία (°C)
Αριθμός αυγών παρασίτων	-,118	,077	-,061	-,116	-,002	,046	-,094	-,013	,235	-,309*
Αριθμός Προνυμφών	,157	,319*	,118	,111	,149	,012	-,284	,040	,202	-,046
Ποσοστό επιπολασμού ενήλικων παρασίτων (%)	,176	,165	-,138	-,138	,045	,177	-,147	,054	,407**	-,236
Αριθμός ακάρεων	,069	,087	,162	,293	-,067	-,052	-,050	-,292	-,043	,226
Αριθμός πρωτόζωων	-,013	-,071	,286	,042	-,108	-,006	-,018	,092	,000	-,017

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Πίνακας III: Αριθμός αυγών νηματωδών παρασίτων ανά γραμμάριο κοπράνων (EPG) για κάθε μονάδα εκτροφής σαλιγκαριών, μέσω της τεχνικής McMaster (2017)

Κωδικός	EPG	Κωδικός	EPG
C1	20880	C15	240
C2	10480	C16	160
C3	1360	C17	1080
C4	1680	C18	670
C5	40	C19	140
C6	8160	F1	40
C7	9760	F2	240
C8	560	F3	1294
C9	640	F4	10480
C10	5800	F5	160
C11	17720	F6	180
C12	470	F7	574
C14	160	F8	360

Πίνακας IV: Αριθμός αυγών νηματωδών παρασίτων ανά γραμμάριο κοπράνων (EPG) για κάθε μονάδα εκτροφής σαλιγκαριών, μέσω της τεχνικής McMaster (2018)

Κωδικός	EPG	Κωδικός	EPG
C1	200	C14	180
C2	840	C15	400
C3	2860	C16	3520
C5	420	C17	280
C8	3720	C18	2160
C9	7160	C19	980
C10	2080	F1	11080
C11	9180	F2	160
C12	160	F3	260

Πίνακας V: Μέθοδος Ανονα για το αρχικό βάρος σαλιγκαριών γενιάς Ιουνίου (3μ)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	37,739	3	12,580	1,391	,249
Within Groups	1049,208	116	9,045		
Total	1086,947	119			

Πίνακας VI: Μέθοδος Ανονα για το τελικό βάρος σαλιγκαριών γενιάς Ιουνίου (3μ)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	266,942	4	66,736	12,487	,000
Within Groups	721,489	135	5,344		
Total	988,431	139			

Πίνακας VII: Σύγκριση μέσω μεθόδου Anova (Tukey Test) του τελικού βάρους μεταξύ των σαλιγκαριών της ηλικιακής κλάσης των μεγάλων (Γενιά Ιουνίου)

(I) Παιραματική σειρά		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	
Tukey HSD	1,00	2,00	2,41667*	,62216	,001
		5,00	,12967	,62216	,997
		6,00	-1,45400	,62216	,096
	2,00	1,00	-2,41667*	,62216	,001
		5,00	-2,28700*	,62216	,002
		6,00	-3,87067*	,62216	,000
	5,00	1,00	-,12967	,62216	,997
		2,00	2,28700*	,62216	,002
		6,00	-1,58367	,62216	,058
	6,00	1,00	1,45400	,62216	,096
		2,00	3,87067*	,62216	,000
		5,00	1,58367	,62216	,058

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Πίνακας VIII: Μέθοδος Two-way Anova για το ποσοστό εμπορεύσιμων σαλιγκαριών γενιάς Ιουνίου (3μ)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,062 ^a	3	,021	,319	,811
Intercept	16,868	1	16,868	260,211	,000
Πυκνότητα	,015	1	,015	,236	,631
Τύπος εκτροφής	,043	1	,043	,656	,425
Πυκνότητα * Τύπος εκτροφής	,004	1	,004	,065	,801
Error	1,815	28	,065		
Total	18,745	32			
Corrected Total	1,877	31			

a. R Squared = ,033 (Adjusted R Squared = -,071)

Πίνακας IX: Μέθοδος Anova για το ποσοστό θνησιμότητας σαλιγκαριών γενιάς Ιουνίου (3μ)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,344	3	,115	,002	1,000
Within Groups	1477,375	28	52,763		
Total	1477,719	31			

Πίνακας X: Μέθοδος Two-way Ανονα για τις ημέρες που απαιτήθηκαν ως την ενηλικίωση σαλιγκαριών γενιάς Ιουνίου (3μ)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1306,944 ^a	3	435,648	,773	,519
Intercept	203734,722	1	203734,722	361,494	,000
Ποκνότητα	50,000	1	50,000	,089	,768
Τύπος εκτροφής	1168,056	1	1168,056	2,073	,161
Ποκνότητα * Τύπος εκτροφής	88,889	1	88,889	,158	,694
Error	15780,556	28	563,591		
Total	220822,222	32			
Corrected Total	17087,500	31			

a. R Squared = ,076 (Adjusted R Squared = -,022)

Πίνακας XI: Μέθοδος Ανονα για το αρχικό βάρος σαλιγκαριών γενιάς Αυγούστου (1μ)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,586	3	,195	,152	,928
Within Groups	149,167	116	1,286		
Total	149,752	119			

Πίνακας XII: Μέθοδος Ανονα για το τελικό βάρος σαλιγκαριών γενιάς Αυγούστου (1μ)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	54,353	3	18,118	3,235	,026
Within Groups	537,583	96	5,600		
Total	591,936	99			

Πίνακας XIII: Σύγκριση μέσω Ανονα (Tukey Test) του τελικού βάρους μεταξύ των σαλιγκαριών της ηλικιακής κλάσης των μικρών (Γενιά Αυγούστου)

(I) Πειραματική σειρά		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	
Tukey HSD	3,00	4,00	-1,60167*	,58505	,036
		7,00	-,97600	,58505	,345
		8,00	-1,34400	,58505	,105
	4,00	3,00	1,60167*	,58505	,036
		7,00	,62567	,58505	,709

	8,00	,25767	,58505	,971
	3,00	,97600	,58505	,345
7,00	4,00	-,62567	,58505	,709
	8,00	-,36800	,58505	,923
	3,00	1,34400	,58505	,105
8,00	4,00	-,25767	,58505	,971
	7,00	,36800	,58505	,923

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Πίνακας XIV: Μέθοδος Two-way Ανονα για το ποσοστό εμπορεύσιμων σαλιγκαριών γενιάς Ιουνίου (1μ)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,047 ^a	3	,016	,149	,929
Intercept	6,183	1	6,183	58,400	,000
Πυκνότητα	,005	1	,005	,047	,830
Τύπος εκτροφής	,040	1	,040	,379	,543
Πυκνότητα * Τύπος εκτροφής	,002	1	,002	,021	,886
Error	2,965	28	,106		
Total	9,195	32			
Corrected Total	3,012	31			

a. R Squared = ,016 (Adjusted R Squared = -,090)

Πίνακας XV: Μέθοδος Ανονα για το ποσοστό θνησιμότητας σαλιγκαριών γενιάς Αυγούστου (1μ)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,094	3	,031	,001	1,000
Within Groups	1185,625	28	42,344		
Total	1185,719	31			

Πίνακας XVI: Μέθοδος Two – way Ανονα για τον ρυθμό Αύξησης σαλιγκαριών

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,019 ^a	3	,006	,115	,951
Intercept	1,093	1	1,093	19,928	,000
Πυκνότητα	,000	1	,000	,003	,955
Τύπος εκτροφής	,014	1	,014	,251	,618
Πυκνότητα * Τύπος εκτροφής	,005	1	,005	,092	,763
Error	3,289	60	,055		
Total	4,401	64			
Corrected Total	3,308	63			

Πίνακας XVII: Μέθοδος Two-way Ανοva για τις ημέρες που απαιτήθηκαν ως την ενηλικίωση σαλιγκαριών γενιάς Αυγούστου (1μ)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1078,819 ^a	3	359,606	,273	,844
Intercept	126253,125	1	126253,125	95,914	,000
Ποκνότητα	58,681	1	58,681	,045	,834
Τύπος εκτροφής	378,125	1	378,125	,287	,596
Ποκνότητα * Τύπος εκτροφής	642,014	1	642,014	,488	,491
Error	36856,944	28	1316,319		
Total	164188,889	32			
Corrected Total	37935,764	31			

a. R Squared = ,028 (Adjusted R Squared = -,076)

Πίνακας XVIII: Σύγκριση (2) δύο ηλικιακών κλάσεων για την μεταβλητή του ποσοστού βάρους ποδιού ως προς το συνολικό βάρος, μέσω της μεθόδου Ανοva

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,001	1	,001	1,182	,319
Within Groups	,003	6	,001		
Total	,004	7			

Δημοσιεύσεις σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά και ανακοινώσεις σε διεθνή συνέδρια

Apostolou, K.; Staikou, A.; Sotiraki, S.; Hatzioannou, M. An Assessment of Snail-Farm Systems Based on Land Use and Farm Components. *Animals* 2021, 11, 272.

<https://doi.org/10.3390/ani11020272>



Article

An Assessment of Snail-Farm Systems Based on Land Use and Farm Components

Konstantinos Apostolou ^{1,*}, Alexandra Staikou ², Smaragda Sotiraki ³ and Marianthi Hatzioannou ^{1,*}

¹ Department of Ichthyology & Aquatic Environment, Faculty of Agricultural Sciences, University of Thessaly, Fytiko Street, 38 445 Nea Ionia Magnesia, Greece

² Department of Zoology, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, 54124 Thessaloniki, Greece; astaikou@bio.auth.gr

³ Veterinary Research Institute, Hellenic Agricultural Organization DEMETER, HAO Campus, 57001 Thessaloniki, Greece; sotiraki@vri.gr

* Correspondence: apostolou@uth.gr (K.A.); msotzi@uth.gr (M.H.); Tel.: +30-24210-93269 (M.H.)

Simple Summary: This study's goal was a thorough analysis and a detailed characterization of commercial snail farms in Greece, considering the unstructured development of the snail-farming sector over recent years. Additionally, the characterization of snail farms in Greece could help Southern European countries improve heliculture. This study classifies 29 farms in five snail farming systems: elevated sections (7%), net-covered greenhouse (38%), a mixed system with a net-covered greenhouse (10%), open field (38%), and mixed system with an open field (7%). Results showed the impact of various parameters (farming system, region, equipment, and facilities) on annual production. Snail farms were dispersed in six different regions (Thrace, Central Macedonia, West Macedonia, Thessaly, Western Greece, and the Attica Islands). The location affected productivity, but also influenced the duration of operation during an annual cycle.

Abstract: In this study, the structural and management characteristics of snail farms in Greece were analyzed to maximize sustainable food production. Objectives, such as the classification of farming systems and assessing the effects of various annual production parameters, were investigated. Data were collected (2017) via a questionnaire, and sampling was conducted in 29 snail farms dispersed in six different regions (Thrace, Central Macedonia, West Macedonia, Thessaly, Western Greece, and the Attica Islands). Descriptive statistics for continuous variables and frequencies for categorical variables were calculated. The similarity between farms was analyzed using nonmetric multidimensional scaling (nMDS). The average farm operation duration exceeded eight months and the mean annual production was 1597 kg of fresh, live snails. Results recorded five farming systems: elevated sections (7%), net-covered greenhouse (38%), a mixed system with a net-covered greenhouse (10%), open field (38%), and mixed system with an open field (7%). Snail farms differ in the type of substrate, available facilities, and equipment (60% similarity between most of the open field farms). The geographical location of a farms' settlement affects productivity but also influences the duration of operation, especially in open field farms, due to their operation under a wide assortment of climatic types.

Keywords: heliculture; invertebrate livestock; environmental sustainability; typology



Citation: Apostolou, K.; Staikou, A.; Sotiraki, S.; Hatzioannou, M. An Assessment of Snail-Farm Systems Based on Land Use and Farm Components. *Animals* 2021, 11, 272. <https://doi.org/10.3390/ani11020272>

Received: 25 October 2020

Accepted: 19 January 2021

Published: 21 January 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

Heliculture has been practiced since the 1st century BC. Nowadays, commercial snail farms have been established in many parts of the world. Simultaneously, extensive and intensive farming methods have been developed [1–3]. Terrestrial gastropods are a high-value food product and a source of special byproducts (caviar, mucus, and bioactive substances) with great commercial value [4,5]. In recent years, in the dermatological sector, there has been an increase in the use of snail extract (e.g., in management of burns) as it has exhibited therapeutic, sedative, and anti-aging properties [4,5]. Universally, consumable

invertebrates, including snails, could be regarded as a significant protein source for a globally increasing population, which is expected to reach nine billion people in 2050 [6].

European consumption of edible snails exceeds 100,000 tons, with overall imports displaying a 49% increase between 1995 and 2010 [7,8]. As a development activity in Greece, heliciculture constitutes an alternative source of income even in areas with farmland of low productivity [9,10]. According to the latest available data from the Hellenic Ministry of Rural Development and Food [11] in Greece, 131 snail farms are in operation, occupying 578,000 m². Of these, 75 (57%) are the open-air type, which occupies an area of 482,000 m², and 56 (43%) intensive (net-covered houses) type, which occupies an area of 93,000 m². Generally, snail farming systems can be open field farms or covered constructions of different types [1,2,10,12–14]. The open-field system is extensive farming, where outdoor breeding and fattening take place. A net separates the divided sections in the field and protects snails from predators. Each section is planted suitably for snail feeding. The covered constructions (e.g., net-covered houses) are an intensive farming system. A net-covered greenhouse is equipped with a pressurized water spray cooling system with an additional compound diet provided. The duration of the production cycle (reproduction, fattening, and harvest) in snail farming depends on the biological cycle of the cultured species and the farm area's climatic conditions [1–3,10,13–16].

The majority of experimental work on snail production (growth and food consumption) have been conducted in laboratory conditions [16–18], with limited research conducted in commercial snail farms. For instance, the authors in Reference [14] noticed that snails exhibited higher food consumption and growth rate at low experimental densities with most individuals reaching the adult stage. Observations of the fattening phase in external parks in mixed rearing farms (reproduction under controlled conditions and growth in external parks) [19] indicated that a biotic load of 50 g/m² of three weeks to one-month-old individuals (*Helix aspersa*) was optimum for growth. In five months, a production of about 3 kg per m² with about 89% of snails reaching marketable size was obtained. Furthermore, Gonzalez et al. [20] analyzed the spatial allocation of adult *H. aspersa* at three densities in an outdoor system during the fattening stage.

Climatic fluctuations heavily influence terrestrial snails in the Mediterranean in aridity and temperature. Long periods of drought combined with high temperatures prevalent during the summer months constitute a major factor of stress for land snails. These climatic parameters can shape their activity cycles and metabolic responses [21,22]. Environmental variables and other natural factors are emphatically seasonal in Greece and, hence, gastropods display anticipated oscillations in their activity. In addition, geographically distant snail populations can adopt distinctive life-history patterns due to adapting to the local climatic conditions [23,24]. Furthermore, environmental factors that control snails' hibernation and arousals like temperature, humidity, and photoperiod differ due to geographical and climatic variation [22,25–27], and can influence snail productivity.

Many studies that have dealt with classification and typology in widespread animal farming systems have contributed to identifying the prevailing conditions of farms, leading to their significant improvement. For example, in Greece, small ruminants dairy farming, which constitutes 19.2% of total livestock production, has been amplified, leading to better animal welfare and hygiene conditions inside farms and greater milk yields [28]. These systems, of which significance is expected to rise in the future, are characterized by considerable capital investment, and their profitability is dependent on high ewe productivity [29]. Similarly, a study of pork production systems in Greece [30] exhibited their evolution from a family-type enterprise to an industrialized internal type.

The ever-increasing environmental impact of livestock production has called for fundamental changes in the demand of meat products and alternative production systems. Farmed snails could potentially constitute an environmental alternative to usual macro-livestock [2]. A comparison of studies of the most common meat production systems (cattle, pig, and poultry) with snail farming indicated an essential reduction of impact in almost all heliciculture categories [30]. However, no surveys have been conducted on

the production practices of heliciculture. This study's goal was a thorough analysis and a detailed characterization of commercial snail farms in Greece, considering the unstructured development of the snail-farming sector over recent years [10,11]. The classification of the farms is important to identify aspects of production that require improvement. Additionally, snail farms' characterization in Greece could help Southern European countries improve heliciculture [2,30–32]. We aimed to effectively describe snail farming systems in Greece to produce a significant insight into the sector's current status. In addition, we assessed the effects and impacts of various parameters (farming system, region, equipment, and facilities) in annual productivity using a questionnaire developed to assess the farms' structural and administration characteristics. This allowed the identification of specific farm components that require alteration and/or improvement in order to achieve profitable management. This study is the first step for establishing strategic planning policies for the sustainable development of snail farming.

2. Materials and Methods

2.1. Area of Experiment

The present research was conducted on 29 snail farms located in six regions (Central Macedonia, West Macedonia, Thessaly, Thrace, Western Greece, and Attica-Islands) in Greece (Figure 1). The climate in these regions is of the Mediterranean type with continental influence in some areas [33]. A widespread report of snail-farm systems and their attributes were collected through a designated questionnaire, holding visitations, and snail sampling.



Figure 1. Map of snail farm location used in this survey.

2.2. Data Collection

Data were gathered with the use of a structured questionnaire through face-to-face interviews with snail producers. The duration of each interview was 2–3 h and each interviewee completed open-ended and closed questions. Data on management practices, technical characteristics, financial data, and production chain were collected. For the compilation of the questionnaire, related surveys [9,10,28,34] were considered, adapted to the current study's requirements.

The data collected included seven main topics, further divided into sub-categories, the most important of which are: (a) Owner (Farmer's experience, Farmer's age), (b) Livestock (farmed snail species, snail weight, number of snails/kg, growth rate, mortality rate), (c) Production (farm production, productivity per beneficial surface), (d) Land (altitude, farming area, beneficial surface, substrate, plants), (e) Management and Nutrition (duration of operation, duration of reproduction period, rearing duration, starting period, harvest period, feed quantity, feeding frequency, use of cooling system, and shade rate of net), and (f) estimated income. Finally, questions (g) about farming type, equipment, and facilities were included in the survey.

Additional information was collected on each snail farm's type of substrate and the use of growth rate indicators. A snail farm substrate included soil with planted broadleaf

plants and gravel or soil without a plant presence. Substrate and diet were clustered on two categories: (a) type of substrate and (b) type of diet. More specifically, the substrate cluster included sub-clusters for (G-gravel, P-soil with cultivated plants, and S-soil). The later cluster included sub-clusters for diet types: (c-compound diet, cp-compound diet and plants, and p-plants). Growth rate indicators were used to detect possible effects of certain factors with daily fluctuation, such as climatic parameters (temperature, humidity, rainfall) on snail size. The presence of certain facilities (harvest warehouse, hatchery, packaging laboratory, and cooling chamber) and equipment (fabric for low temperatures, cages, tatters, egg storage containers, hibernation chamber, temperature sensors, humidity sensors, packaging materials, and agricultural tools) were evaluated either as existing or absent.

2.3. Sampling Procedures

The sampling period lasted from June to November 2017. In each farm, one sampling took place and 3 kg of commercial sized snails were collected in order to assess productivity components. Snails were numbered and weight was measured individually. The long sampling period is based on the necessity that snails in each farm must reach a marketable size. The produced snail species are *Cornu aspersum maximum* (syn. *Helix aspersa maxima*, common name "gros gris") and *Cornu aspersum aspersum* (syn. *Helix aspersa*, common name "petit gris"). Each snail species' marketable size was determined from the data received through the questionnaires (6 g for *Cornu aspersum aspersum* and 12 g for *Cornu aspersum maximum*).

2.4. Statistical Analysis

Initially, descriptive statistics (mean, median, standard deviation, and standard error) for continuous variables and frequencies for categorical variables were calculated. Thereafter, four original variables were selected (farming system, region, species, and substrate) and were used as factors to estimate their influence on three productivity variables (FP, Farm Production in $\text{kg} \times \text{year}^{-1}$, PS, Productivity per surface in $\text{kg} \times (\text{m}^2)^{-1} \times \text{year}^{-1}$ and PB, Productivity per beneficial surface in $\text{kg} \times (\text{m}^2)^{-1} \times \text{year}^{-1}$). Descriptive statistics were calculated, and the main effect plots were presented. The small sample size justified the use of this statistical method.

For categorical variables, nonmetric Multidimensional Scaling (nMDS), based on the Bray–Curtis similarity index using the Unweighted Pair Group Method with Arithmetic mean (UPGMA) [35], was used as a means of visualizing the percentage of similarity between different farms. The percentage of similarity between farms was analyzed using cluster analysis based on the Bray–Curtis similarity index [36]. To normalize data and avoid skewness, a fourth root transformation was applied to the data prior to calculating similarities [37]. Data analysis was performed with the PRIMER package [38] (PRIMER-e, Auckland, New Zealand).

In order to estimate the potential income of snail farmers, total farm production ($\text{kg} \times \text{year}^{-1}$) was calculated with the price of 5 € per kg of fresh live snails, which is the current market price in Greece according to information collected through the questionnaires, which is in agreement with recent literature [10].

3. Results

3.1. Snail Farm Attributes

The average values for the structural and management characteristics for the total sampled snail farms are presented in Table 1. The snail farms' average land was 3838 m², comprised of 2593 m² of the beneficial area and 1250 m² of a non-beneficial area (Table 1). The farm installed at the highest altitude (759 m) above sea level was in Western Macedonia, while in Western Greece, a farm is located at sea level. The average farm operation duration exceeded eight months and the mean annual production was 1597 kg of fresh live snails (Table 1).

Table 1. Structural and administration features of the 29 snail farms (mean, standard error, standard deviation, minimum, median, and maximum).

Variable	Number	Mean	SE	St. Dev.	Min	Median	Max
Farmer's Experience (years)	29	4.83	0.43	2.32	1	5.00	13
Farmer's age (years)	29	44.14	1.63	8.77	31	45	60
Growth rate ($\text{gr} \times \text{day}^{-1} \times \text{snail}^{-1}$)	29	0.11	0.007	0.04	0.059	0.096	0.1930
Number of Snails $\times \text{kg}^{-1}$	29	79.51	3.98	21.43	54.41	75.30	168.07
Number of snails (year)	29	138,043	40,046	215,654	8636	75,851	1,120,381
Snail weight (gr)	29	13.13	0.48	2.58	5.95	13.28	18.38
Mortality (%)	19	22.1	19.2	10.4	3	25	50
Altitude (m)	29	223.8	46.4	249.7	0	108	759
Farming area (m^2)	29	3838	839	4518	500	1500	16,000
Beneficial surface (m^2)	29	2593	530	2853	350	1200	10,500
Duration of operation (months)	29	8	0.291	1.566	4	8	10
Duration of reproductive period (days)	29	158.28	5.75	30.95	120	150	210
Rearing Duration (days)	29	241.52	8.69	46.78	120	240	270
Dry Feed Quantity ($\text{kg} \times \text{year}^{-1}$)	25	1628.86	404.15	2194.84	100	915	10,000
Cooling system ($\text{min} \times \text{day}^{-1}$)	29	22.07	1.7	9.15	6	20	45
Shade rate of net (%)	17	72.94	2.539	10.467	50	70	90
Farm Production ($\text{kg} \times \text{year}^{-1}$)	29	1597	375	2018	100	1000	10,005
Productivity ($\text{kg} \times \text{m}^2 \times \text{year}^{-1}$)	29	0.829	0.185	0.996	0.035	0.400	4.435
Prod. per Ben. Surf. ($\text{kg} \times (\text{m}^2)^{-1} \times \text{year}^{-1}$)	29	1.148	0.264	1.420	0.058	0.583	6.154
Estimated income ($\text{€} \times \text{year}^{-1}$)	29	7281	1839	9903	500	3750	50,000

Most farmers belong to 30–40 years old (45%) and have obtained a degree from a higher education institution (77%). Heliciculture is not their only income source, as an overwhelming percentage (87%) has a second occupation. The longest farmers' experience was five years (Table 1).

3.2. Farming Systems

Snail farming systems can be held in open field farms or covered constructions of different types. Apart from the two systems above, the present study recorded three categories of farming systems. Thus, five clusters were created with the following characteristics (Table 2).

Table 2 indicates that Greece's most widespread systems are the net-covered greenhouse (38%) and the open field (38%). On the contrary, the least common systems are the mixed system with an open field and the elevated sections (7%). Open-field system farms are mainly located in West Macedonia (45%). The majority of net-covered greenhouses are found in Central Macedonia (45%), while several operate in Thessaly (27%).

From the 29 farms surveyed, 25 use *Cornu aspersum maximum* as their farmed species, whereas two farms use *Cornu aspersum aspersum*. Two farms culture both species (Table 2). The annual production process includes reproduction of the mature snails, hatching of eggs, and increase of hatchlings as well as fattening of snails. After the fattening is completed, snails are harvested.

Mixed systems with a net-covered greenhouse had the smallest available farming areas (Table 3). As far as altitude is concerned, elevated sections and net-covered greenhouses are higher than the other three types (Table 3). Regarding productivity (snails/kg), three types of farms are similar (elevated sections, a mixed system with a net-covered

greenhouse, and a mixed system with an open field). The growth rate ranged between 0.09 and $0.15 \text{ gr} \times \text{day}^{-1} \times \text{snail}^{-1}$ (Table 3). In the section of management, the duration of operation decreases in open fields (Table 3). In farm types with a net, it reaches up to nine months. In addition, the duration of the reproduction period has the same pattern (Table 3). In most of the farms, March was the starting month, while harvest took place in November.

Table 2. Classification of snail farming systems recorded in the present study.

Farm System	N (%)	Main Facilities	Rearing Stages	Species
Elevated sections	2 (7%)	Elongated raised panel boxes separated for reproduction and fattening	Reproduction, hatching and fattening of a brood, under semi-natural environment	<i>Cornu aspersum maximum</i>
Net-covered greenhouse	11 (38%)	Net-covered greenhouse. Inside, divided sections separated by net	Reproduction and fattening under semi-natural environment	<i>Cornu aspersum maximum</i> (9 farms), <i>Cornu aspersum aspersum</i> (1 farm), Both (1 farm)
Mixed system with net-covered greenhouse	3 (10%)	Hatchery Net-covered greenhouse	Reproduction and hatching under a controlled environment, fattening under a semi-natural environment	<i>Cornu aspersum maximum</i>
Open field	11 (38%)	Open field. Divided sections separated by net	Outdoor reproduction and fattening	<i>Cornu aspersum maximum</i> (9 farms) <i>Cornu aspersum aspersum</i> (1 farm) Both (1 farm)
Mixed system with open field	2 (7%)	Hatchery Open field	Reproduction and hatching under a controlled environment. Outdoor Fattening	<i>Cornu aspersum maximum</i>

Table 3. Mean value \pm standard deviations (S.D.) for continuous variables in every farming system.

		1 (n = 2)	2 (n = 11)	3 (n = 3)	4 (n = 11)	5 (n = 2)
Attributes		Mean	Mean \pm SD	Mean \pm SD	Mean \pm SD	Mean
Staff	Experience of farmer (years)	4	5.45 \pm 3.05	3.3 \pm 2.1	4.8 \pm 1.8	4.5
	Farmer's age (years)	43.5	40.1 \pm 9.5	44.3 \pm 1.15	46.3 \pm 8.5	55
Livestock	Growth rate ($\text{gr} \times \text{day}^{-1} \times \text{snail}^{-1}$)	0.15	0.1 \pm 0.03	0.14 \pm 0.04	0.09 \pm 0.04	0.14
	Number of snails/kg	75.3	79.9 \pm 30.4	68.1 \pm 4.89	84.9 \pm 13.9	68.8
Land	Altitude (m)	554.5	305.36 \pm 279	64 \pm 54.4	138 \pm 195.2	156
	Farming area (m^2)	3150	4200 \pm 4526.6	1583.3 \pm 1233.2	4414.5 \pm 5682.4	5000
	Beneficial surface (m^2)	2270	3074.5 \pm 3262.3	1166.7 \pm 814.5	2725.6 \pm 3208.6	3250
Management	Duration of operation (months)	9	8.36 \pm 1.69	8	7.9 \pm 1.81	7
	Duration of reproduction period (days)	180	171.8 \pm 27.1	160 \pm 45.8	144.5 \pm 29.4	135
	Rearing duration (days)	270	254.5 \pm 48.8	240	240 \pm 55.3	210
	Dry feed quantity ($\text{kg} \times \text{year}^{-1}$)	850	2080 \pm 2879.9	609.3 \pm 447.9	1607 \pm 1997.7	760
	Farm production ($\text{kg} \times \text{year}^{-1}$)	2500	1358.7 \pm 1611.3	1416.7 \pm 520.4	1913.6 \pm 2779.4	528.5
	Estimated income ($\text{€} \times \text{year}^{-1}$)	3500	3849.5 \pm 1857.9	6996.7 \pm 9570	11,400 \pm 14,397	5363.7

Farm type: 1—elevated sections, 2—net-covered greenhouse, 3—mixed system with a net-covered greenhouse, 4—open field, 5—mixed system with open field.

In total, 65% of snail farmers used a compound diet for snails, together with existing plants (Figure 2). The combination of a compound diet with plants was the most common diet in every farm type. Feeding only with plants appeared in one open farm (Figure 2). As a substrate for farmed snails, soil with cultivated broadleaf plants was mostly used (77%), along with gravel, exclusively in some net-covered greenhouses or soil without the presence of plants (Figure 2). Soil and gravel were only present in net-covered greenhouses or a mixed system with a net-covered greenhouse (Figure 2).

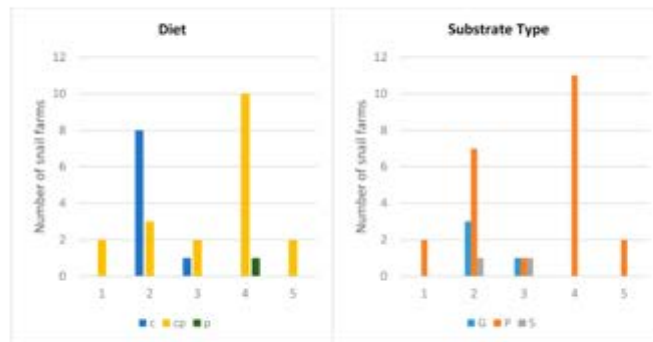


Figure 2. Frequencies for categorical variables (Substrate and Diet) in every farming system. Diet type: c—compound diet, p—plants, cp—compound diet and plants. Substrate type: G—gravel, P—soil with plants, S—soil. Farm type: 1—elevated sections, 2—net-covered greenhouse, 3—mixed system with a net-covered greenhouse, 4—open field, and 5—mixed system with an open field.

In Table 4, frequencies of facilities and equipment of different types are presented. Almost every snail farm has a harvest warehouse. Hatcheries were found only in mixed system farms (Table 4). Packaging stations and cooling chambers were not present in the minority of the farms (Table 4).

Table 4. Frequencies for categorical variables (facilities and equipment) in every farming system.

	1 (n = 2)	2 (n = 11)	3 (n = 3)	4 (n = 11)	5 (n = 2)
Facilities					
Harvest Warehouse	2	10	3	10	2
Hatchery	0	0	2	0	1
Packaging station	1	2	1	2	0
Cooling chamber	1	3	1	2	2
Equipment					
Fabric for low temperature	2	6	1	9	0
Shelters (wooden)	1	10	3	6	2
Cages	0	3	1	2	1
Tatters	1	6	2	6	1
Egg storage containers	0	0	2	0	1
Temperature and humidity sensors	0	7	1	2	2
Packaging materials	1	7	2	6	2
Agricultural tools	1	9	3	10	2

Farm type: 1—elevated sections, 2—net-covered greenhouse, 3—mixed system with a net-covered greenhouse, 4—open field, 5—mixed system with an open field.

Figure 3 displays the extent of the similarity between different farming systems based on qualitative variables (presence or absence of equipment and facilities). The nonmetric multidimensional scaling (nMDS) plot indicated a high level of similarity (60% similarity based on the Bray–Curtis similarity index of square root-transformed indices) between most of the open field farms (Figure 3).

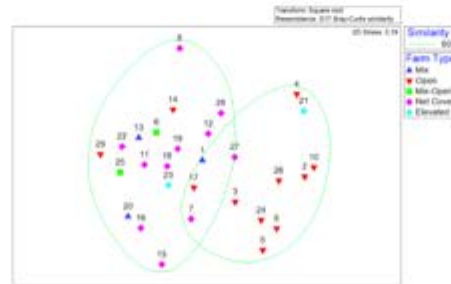


Figure 3. Multidimensional scaling ordination plot of the level of similarity between different farms ($n = 29$), based on the Bray–Curtis similarity index of square root-transformed indices (categorical variables). Closer points indicate higher similarity. Ellipses indicate groups with 60% similarity.

3.3. Production Variables

The descriptive statistics and the main effects plot of each factor's influence (species, substrate type, farm type, and region) exerts on farm production ($\text{kg} \times \text{year}^{-1}$) are presented in Table 5 and Figure 4, respectively.

Table 5. Descriptive statistics of farm production ($\text{kg} \times \text{year}^{-1}$) for all factors (species, substrate type, farm type, and region).

Factor	Number	Mean	SE	St. Dev.	Min	Median	Max
Species	(n)						
1	2	6503			3000	6503	10,005
2	25	1221	251	1254	100	735	5500
3	2	1382			1360	1382	1404
Substrate	(n)						
1	4	2326	1108	2217	400	1702	5500
2	23	1563	432	2073	100	1000	10,005
3	2	521			170	521	872
Farm type	(n)						
1	2	2500			1000	2500	4000
2	11	1359	486	1611	100	872	5500
3	3	1417	300	520	1000	1250	2000
4	11	1914	838	2779	400	735	10,005
5	2	528.5			500.0	528.5	557.0
Region	(n)						
1	11	890	170	563	100	700	2000
2	6	1092	289	709	400	907	2000
3	6	2518	1556	3812	170	868	10,005
4	2	1475			450	1475	2500
5	2	3250			1000	3250	5500
6	2	2702			1404	2702	4000

Snail species: 1—*Cornu aspersum aspersum*, 2—*Cornu aspersum maximum*, 3—*C. a. aspersum* and *C. a. maximum*. Substrate: 1—gravel, 2—soil with plants, 3—soil. Farm type: 1—elevated sections, 2—net-covered greenhouse, 3—mixed system with a net-covered greenhouse, 4—open field, 5—mixed system with open field. Region: 1—Central Macedonia, 2—West Macedonia, 3—Thessaly, 4—Thrace, 5—Western Greece, 6—Attica Islands.

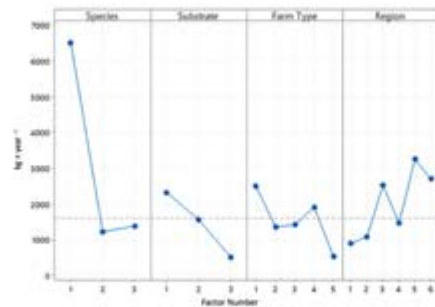


Figure 4. Main effects plot of each factor (species, substrate type, farm type, and region) exerts on the mean Farm Production ($\text{kg} \times \text{year}^{-1}$).

Table 6 and Figure 5 indicate that the mean productivity per surface ($\text{kg} \times (\text{m}^2)^{-1} \times \text{year}^{-1}$) decreases from elevated sections to the mixed system with an open field. Regarding the region, data are grouped in three different clusters: regions 5 and 6 (Attica Islands and Western Greece) with high production, regions 1 and 3 (Thessaly and Central Macedonia) with medium production, and regions 2 and 4 (West Macedonia and Thrace) with low production (Table 6, Figure 5). It should be noted that all farms present in regions 5 and 6 are covered (three net-covered greenhouses and one with elevated sections). Furthermore, in Southern Greece (Attica), farms operate from February to November, whereas, in Northern Greece (Thrace), the operation starts in April or even in May. West Macedonia and Thrace farms operate for a shorter period throughout the year. In addition, an important fact is that seven out of eight farms located in these regions are the open field type.

Table 6. Descriptive statistics of Productivity per surface ($\text{kg} \times (\text{m}^2)^{-1} \times \text{year}^{-1}$) for all factors (species, substrate type, farm type, and region).

Factor	Number	Mean	SE	St. Dev.	Min	Median	Max
Species	(n)						
1	2	1.083			0.667	1.083	1.500
2	25	0.805	0.211	1.056	0.035	0.367	4.435
3	2	0.872			0.368	0.872	1.376
Substrate	(n)						
1	4	1.938	0.870	1.740	0.400	1.457	4.435
2	23	0.663	0.158	0.759	0.035	0.367	3.077
3	2	0.521			0.170	0.521	0.872
Farm type	(n)						
1	2	2.04			1.00	2.04	3.08
2	11	1.159	0.379	1.258	0.170	0.872	4.435
3	3	1.263	0.156	0.269	1.000	1.250	1.538
4	11	0.2981	0.0777	0.2576	0.0564	0.2333	0.8333
5	2	0.0674			0.0348	0.0674	0.1000
Region	(n)						
1	11	0.668	0.200	0.663	0.035	0.400	2.133
2	6	0.328	0.190	0.466	0.056	0.108	1.250
3	6	0.651	0.213	0.521	0.170	0.517	1.500
4	2	0.462			0.090	0.462	0.833
5	2	2.72			1.00	2.72	4.44
6	2	2.227			1.376	2.227	3.077

Snail species: 1—*Coru aspersum aspersum*, 2—*Coru aspersum maximum*, 3—*C. a. aspersum* and *C. a. maximum*. Substrate: 1—gravel, 2—soil with plants, 3—soil. Farm type: 1—elevated sections, 2—net-covered greenhouse, 3—mixed system with a net-covered greenhouse, 4—open field, 5—mixed system with open field. Region: 1—Central Macedonia, 2—West Macedonia, 3—Thessaly, 4—Thrace, 5—Western Greece, and 6—Attica- Islands.

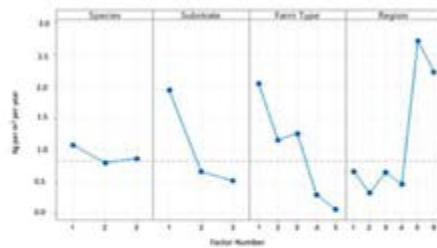


Figure 5. Main effects plot of the influence that each factor (species, substrate type, farm type, and region) exerts on the mean productivity per surface ($\text{kg} \times (\text{m}^2)^{-1} \times \text{year}^{-1}$).

Mean production per beneficial surface ($\text{kg} \times (\text{m}^2)^{-1} \times \text{year}^{-1}$) in Table 7 follows the same pattern as the productivity per surface for all factors. The difference, however, is that each value is higher (Figure 6).

Table 7. Descriptive statistics of productivity per beneficial surface ($\text{kg} \times (\text{m}^2)^{-1} \times \text{year}^{-1}$) for all factors (species, substrate type farm type, and region).

Factor	Number	Mean	SE	St. Dev.	Min	Median	Max
Species	(n)						
1	2	1.544			1.213	1.544	1.875
2	25	1.115	0.304	1.518	0.058	0.479	6.154
3	2	1.167			0.613	1.166	1.721
Substrate	(n)						
1	4	2.268	0.941	1.881	0.5	3.402	4.928
2	23	1.002	0.279	1.338	0.058	0.525	6.154
3	2	0.591			0.213	0.146	0.969
Farm type	(n)						
1	2	4.077			2	1.029	6.154
2	11	1.386	0.427	1.416	0.213	0.5	4.928
3	3	1.579	0.194	0.337	1.250	1.25	1.923
4	11	0.452	0.124	0.411	0.071	1.212	1.213
5	2	0.101			0.058	0.142	0.143
Region	(n)						
1	11	0.914	0.265	0.879	0.058	0.525	2.667
2	6	0.434	0.235	0.577	0.071	0.521	1.563
3	6	0.877	0.274	0.672	0.213	0.251	1.875
4	2	0.67			0.150	1.642	1.190
5	2	3.089			1.250	2.949	4.928
6	2	3.938			1.721	3.106	6.154

Snail species: 1—*Coris aspersum aspersum*, 2—*Coris aspersum maximum*, 3—*C. a. aspersum* and *C. a. maximum*. Substrate: 1—gravel, 2—soil with plants, 3—soil. Farm type: 1—elevated sections, 2—net-covered greenhouse, 3—mixed system with a net-covered greenhouse, 4—open field, 5—mixed system with an open field. Region: 1—Central Macedonia, 2—West Macedonia, 3—Thessaly, 4—Thrace, 5—Western Greece, 6—Attica-Islands.

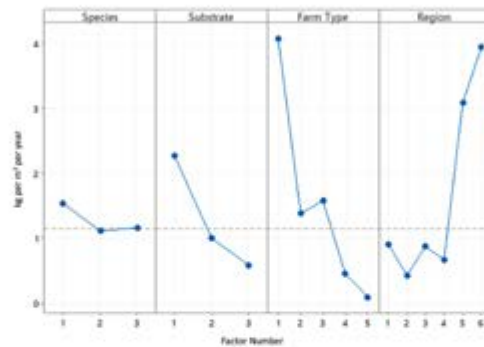


Figure 6. Main effects plot of the influence of each factor (species, substrate type, farm type, and region) on the mean productivity per beneficial surface ($\text{kg} \times (\text{m}^2)^{-1} \times \text{year}^{-1}$).

4. Discussion

The current study indicated that the average snail farmer's age is 44.5 years with only five to six years of experience in this field. Heliciculture is not their only income source, as an overwhelming percentage (87%) has a second occupation. This result can be attributed to the fact that snail farming is a relatively new livestock industry sector [10,11]. The average land that snail farms occupy was 3838 m^2 , comprised of 2593 m^2 beneficial areas and 1250 m^2 non-beneficial areas. According to the latest available data from the Greek Ministry of Rural Development and Food [11], snail farms' average size is small (8200 m^2 for the open farms and 1800 m^2 for the net-covered greenhouses), while very few have a size larger than 15,000 m^2 . The average farm operation duration exceeded eight months, and the mean annual production was 1597 kg of fresh live snails. Similar to other European countries [8,14,32], the main species produced in Greece are *Cornu aspersum aspersum* and *Cornu aspersum maximum*, which are both of a recognized commercial value [5,7,8,10,11,15].

This study classified 29 commercial snail farms in Greece and described them in detail (typology). The outcome indicated that heliciculture exhibits various classification schemes from extensive of small demand to intensive of high producing and investing farms. The present study recorded five farming systems, namely elevated sections (intensive), net-covered greenhouse (intensive), a mixed system with a net-covered greenhouse (intensive), an open field (extensive), and a mixed system with an open field (semi-intensive). Some have been described in previous studies [10,15]. Greece's most widespread systems are the net-covered greenhouse (38%) and the open field (38%). Most of the net-covered greenhouses are found in Central Macedonia (45%), and are followed by Thessaly (27%). Open field farms are mainly located in West Macedonia (45%). A mixed system with an open field has the lowest production (528.5 $\text{kg} \times \text{year}^{-1}$) while the other systems' production is similar. Annual farm production is directly related to the size of the fattening area. Although, the productivity per surface seems to decrease from elevated sections (2.04 $\text{kg} \times (\text{m}^2)^{-1} \times \text{year}^{-1}$) to the mixed system with an open field (0.067 $\text{kg} \times (\text{m}^2)^{-1} \times \text{year}^{-1}$). Finally, higher values were obtained for productivity per beneficial surface (maximum 4.077 $\text{kg} \times (\text{m}^2)^{-1} \times \text{year}^{-1}$ for elevated sections and minimum 0.101 $\text{kg} \times (\text{m}^2)^{-1} \times \text{year}^{-1}$ for a mixed system with an open field). This indicator is much more accurate about the actual area where snails can disperse. Results showed that intensive farms with higher facilities scores have higher productivity, in agreement with previous experiments, in which all animals produced under laboratory conditions, become adults. In contrast, when fattening occurred in greenhouses, adults were 80% of the total production [39]. Furthermore, the small sample size limits the evaluation of the management and structural components that affect farm production.

The duration of the annual operation lasts between seven and nine months. According to other studies, under intensive rearing, marketable size takes four to five months [17]. Surely, the period of rearing could be expanded, which is not necessarily ideal. This increase (more than five months) has been proven to slow down snail growth and decelerate their adulthood [14]. The productivity per beneficial surface ($0.58\text{--}6.15 \text{ kg} \times (\text{m}^2)^{-1} \times \text{year}^{-1}$) was smaller than the one reported by Reference [13] ($1.19\text{--}2.75 \text{ kg} \times (\text{m}^2)^{-1} \times \text{year}^{-1}$) in mixed farming (reproduction in a controlled building and fattening in an outdoor park). Farmers use soil with growing plants, mostly as a substrate. As described in previous studies [1,40], snails fed only with green vegetables had slower growth and, at the end of the experiment, weighed eleven times lower than the ones fed with the compound ailment.

Snail farms in our research were dispersed in six different regions (Thrace, Central Macedonia, West Macedonia, Thessaly, Western Greece, and Attica-Islands) from low to high altitudes (759 m) and operated under highly variable temperature regimes. In those different localities and regions of Greece, there is a wide assortment of climatic types, portrayed by critical contrasts in the span and power of wet and dry periods [41]. The farms in Attica—Islands and Western Greece have the highest production because of the ideal climatic parameters. It should also be noted that all the farms in these regions were covered (three net-covered greenhouses and one elevated section). Because of low temperatures, West Macedonia and Thrace farms operate for a shorter period throughout the year. Seven out of eight farms in these regions are of the open field type, making them more vulnerable to local climatic conditions. Previous studies have shown that geographically distant natural snail populations can adopt distinctive life-history patterns due to adaptation to the local environmental conditions [23,24].

Compared to other agricultural systems that have long been established, snail farming in Greece is still evolving, and the present classification can aid farmers in deciding which method is more efficient both geographically and in terms of productivity. On the other hand, pork production systems in Greece have already evolved, from a family-type enterprise (herd size of 10–20 shows) to an industrialized, internal type with a remarkably large livestock number [30]. The same evolution was displayed in sheep, whereas, in the last decade and due to changing socioeconomic conditions, traditional systems have been replaced by others, characterized by a considerable capital investment and high ewe productivity [29]. In addition, dairy farmers changed their small-scale farms to an entrepreneurial livestock breeding activity. This action has facilitated the substantial improvement of the conditions under which dairy farms operate [28].

5. Conclusions

The assessment of modern farms' structural and management characteristics, including heliciculture, can contribute to sustainable food production. This is the first study that classifies snail farms in Greece and describes them in detail. Five farming systems (elevated sections, net-covered greenhouse, mixed system with net-covered greenhouse, open field, and mixed system with the open field) were identified. Results indicated that intensive farms exhibit high production. Geographical location affects production and influences the duration of operation, especially in open field farms. Snail farms in Northern Greece are forced to operate for a shorter period throughout the year.

Snail farming can be a potentially promising business, but this depends on a multitude of factors. We need more in-depth scientific knowledge and research on the breeding and growth of snails and the climatic and geographical aspects of the selected areas of farm settlement. The critical factors identified and the promotion of the product in national and international markets will guarantee business sustainability.

Author Contributions: Conceptualization, M.H. and K.A. Data collection, writing—original draft preparation K.A. Writing—review and editing, K.A., A.S., S.S., and M.H. Supervision, M.H. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research is co-financed by Greece and the European Union (European Social Fund-ESF) through the Operational Programme «Human Resources Development, Education and Lifelong Learning» in the context of the project “Strengthening Human Resources Research Potential via Doctorate Research” (MIS-5000432), implemented by the State Scholarships Foundation (IKY).

Institutional Review Board Statement: Not applicable.

Data Availability Statement: Not applicable.

Acknowledgments: We would like to thank the two anonymous referees for their valuable comments on the paper. We thank Dimitrios S. Klaoudatos and Konstantinos N. Kokkinos for their constructive suggestions. We are also grateful to the members of the Snail Farmers Coop. of Greece and the individual farm owners for their collaboration.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

- Bonnet, J.C.; Aupinel, P.; Vrillon, J.L. *L'escargot Helix aspersa*. *Biologie-Élevage*; Institut National De La Recherche Agronomique, Ed.; Institut National De La Recherche Agronomique: Paris, France, 1990; p. 124.
- Forté, A.; Zucaro, A.; De Vico, G.; Fierro, A. Carbon footprint of heliciculture: A case study from an Italian experimental farm. *Agric. Syst.* **2016**, *142*, 99–111.
- Ligaszewski, M.; Pol, P.; Radkowska, I.; Surowka, K.; Lysak, A. Results of research on the active species protection of the Roman snail (*Helix pomatia*, Linnaeus, 1758) using farmed snails in the second year of life. First season of the study. *Ann. Anim. Sci.* **2014**, *14*, 377–389.
- Bonnemain, B. *Helix* and drugs: Snails for health care from Antiquity to these days. *Rev. Hist. Pharm.* **2003**, *51*, 211–218.
- Tsoutsos, D.; Kakagia, D.; Tampakopoulos, K. The efficacy of *Helix aspersa* Müller extract in the healing of partial thickness burns: A novel treatment for open burn management protocols. *J. Dermatol. Treat.* **2009**, *20*, 219–222.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *Tackling Climate Change Through Livestock: A Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities*; Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): Rome, Italy, 2013.
- Morei, V. Heliciculture—perspective business in the context of sustainable development of rural areas. *Sci. Pap. Ser. Manag. Econ. Eng. Agric. Rural Dev.* **2012**, *12*, 113–118.
- Oikonomou, S.; Polymeros, K.; Galanopoulos, K. Investigating the dynamics of Greek exports in the E.U snails market. In Proceedings of the 12th conference of the Greek Association of Agricultural Economics (GAAE), Thessaloniki, Greece, 23–24 November 2012.
- Hatzioannou, M.; Exadaktilos, A.; Panagiotaki, P.; Lazaridou, M.; Neofitou, C. *Setting Quality Standards for Farmed Snails Helix aspersa*; Final Report; Ministry of Education and Religious Affairs: Volos, Greece, 2008; p. 168.
- Hatzioannou, M.; Issari, A.; Neofitou, C.; Aifadi, S.; Matsiori, S. Economic Analysis and Production Techniques of Snail Farms in Southern Greece. *World J. Agric. Res.* **2014**, *2*, 276–279. [CrossRef]
- Anonymous Heliciculture in Greece, Document D'information, Directorate General of Animal Production, Hellenic Ministry of Rural Development and Food, Athens. 2012. Available online: www.minagric.gr/ (accessed on 30 November 2020).
- Apostolou, K.; Pappas-Zois, E.; Flessas, A.; Neofitou, C.; Katsoulas, N.; Kittas, C.; Hatzioannou, M. Snail farming in net-covered greenhouses: A comparison between semi-natural and artificial conditions. *Agric. Food* **2016**, *4*, 646–654.
- Daguzan, J. Contribution à l'élevage de l'escargot Petit-gris: *Helix aspersa* Müller (Mollusque Gastéropode Pulmoné Stylommatophore). III.—Élevage mixte (reproduction en bâtiment contrôlé et engraissement en parc extérieur): Activité des individus et évolution de la population juvénile selon la charge biotique du parc. *Ann. Zootech.* **1985**, *34*, 127–148.
- Dupont-Nivet, M.; Coste, V.; Coinon, P.; Bonnet, J.C.; Blanc, J.M. Rearing density effect on the production performance of the edible snail *Helix aspersa* Müller in indoor rearing. *Ann. Zootech.* **2000**, *49*, 447–456.
- Gogas, A.; Hatzioannou, M.; Lazaridou, M. Heliciculture of *Helix aspersa* in Greece. In *Slugs and Snails in World Agriculture*; Henderson, I., Ed.; British Crop Protection Council Monograph: Suffolk, UK, 2003.
- Staikou, A.; Lazaridou-Dimitriadou, M. Feeding experiments on and energy flux in a natural population of the edible snail *Helix lucorum* L. (Gastropoda: Pulmonata: Stylommatophora) in Greece. *Malacologia* **1989**, *31*, 217–227.
- Lazaridou-Dimitriadou, M.; Alpoyanni, E.; Baka, M.; Brouziotis, T.; Kifonidis, N.; Mihaloudi, E.; Sioula, D.; Vellis, G. Growth, mortality and fecundity in successive generations of *Helix aspersa* Müller cultured indoors and crowding effects on fast, medium and slow-growing snails of the same clutch. *J. Molluscan Stud.* **1998**, *64*, 67–74.
- Staikou, A.; Lazaridou-Dimitriadou, M. Effect of crowding on growth and mortality in the edible snail *Helix lucorum* Gastropoda: Pulmonata in Greece. *Isr. J. Zool.* **1989**, *36*, 1–9.
- Daguzan, J. Recherche ecophysiologiques sur l'escargot Petit-gris (*Helix aspersa* Müller) en vue de son élevage. *Actes Colloq.* **1992**, *13*, 113–124.
- Gonzalez, O.; Camargo, G.P.; Membiela, M.; Frezza, D.; Bartoloni, N.; Vieites, C. Discrete observations of the spatial distributions of the *Helix aspersa* snail in an outdoor system. *Cienc. Investig. Agrar.* **2009**, *35*, 123–130. [CrossRef]

21. Bailey, S.E.R.; Lazaridou-Dimitriadou, M. Circadian components in the daily activity of *Helix lucorum* L. from northern Greece. *J. Molluscan Stud.* **1986**, *52*, 190–192.
22. Staikou, A.; Tachtatzis, G.; Feidantsis, K.; Michaelidis, B. Field studies on the annual activity and the metabolic responses of a land snail population living in high altitude. *Comp. Biochem. Physiol. Part A Mol. Integr. Physiol.* **2016**, *191*, 1–8. [[CrossRef](#)]
23. Lazaridou-Dimitriadou, M.; Chatziioannou, M. Differences in the life histories of *Xerolenta obvia* (Menke, 1828) (Ygromiidae) in a coastal and a mountainous area of northern Greece. *J. Molluscan Stud.* **2005**, *71*, 247–252. [[CrossRef](#)]
24. Staikou, A.; Lazaridou-Dimitriadou, M. The life cycle, population dynamics, growth and secondary production of the snail *Xeropicta arenosa* Ziegler (Gastropoda, Pulmonata) in Northern Greece. *Zool. J. Linn. Soc.* **1991**, *101*, 179–188.
25. Lazaridou-Dimitriadou, M.; Saunders, D.S. The influence of humidity, photoperiod and temperature on the dormancy and activity of *Helix lucorum* L. (Gastropoda, Pulmonata). *J. Molluscan Stud.* **1986**, *52*, 180–189.
26. Staikou, A.; Lazaridou-Dimitriadou, M.; Farmakis, N. Aspects of the life cycle, population dynamics, growth and secondary production of the edible snail *Helix lucorum* Linnaeus, 1758 (Gastropoda, Pulmonata) in Greece. *J. Molluscan Stud.* **1988**, *54*, 139–155.
27. Staikou, A.; Koemtzopoulos, E. Intraspecific morphological variation of the sperm storing organ in two hermaphroditic land snail species. *J. Biol. Res.* **2019**, *26*, 1–10. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
28. Abas, Z.; Ragkos, A.; Mitsopoulos, I.; Theodoridis, A. The environmental profile of dairy farms in Central Macedonia (Greece). *Procedia Technol.* **2013**, *8*, 378–386. [[CrossRef](#)]
29. Zygoiannis, D. Sheep production in the world and in Greece. *Small Rumin. Res.* **2006**, *62*, 143–147. [[CrossRef](#)]
30. Galanopoulos, K.; Aggelopoulos, S.; Kamenidou, I.; Mattas, K. Assessing the effects of managerial and production practices on the efficiency of commercial pig farming. *Agric. Syst.* **2006**, *88*, 125–141. [[CrossRef](#)]
31. Zucaro, A.; Forte, A.; de Vico, G.; Fierro, A. Environmental loading of Italian semi-intensive snail farming system evaluated by means of life cycle assessment. *J. Clean. Prod.* **2016**, *125*, 56–67. [[CrossRef](#)]
32. Segade, P.; Crespo, C.; García, N.; García-Estévez, J.M.; Arias, C.; Iglesias, R. *Brachylaima aspersae* n. sp. (Digenea: Brachylaimidae) infecting farmed snails in NW Spain: Morphology, life cycle, pathology and implications for heliculture. *Vet. Parasitol.* **2011**, *175*, 273–286. [[CrossRef](#)]
33. Athens National Observatory. Available online: <http://meteosearch.meteo.gr/> (accessed on 25 April 2019).
34. Millogo, V.; Ouedraogo, G.A.; Agenas, S.; Svennersten-Sjaunja, K. Survey on dairy cattle milk production and milk quality problems in peri-urban areas in Burkina Faso. *Afr. J. Agric. Res.* **2008**, *3*, 215–224.
35. Sneath, P.H.A.; Sokal, R.R. *Numerical Taxonomy. The Principles and Practice of Numerical Classification*; W.H. Freeman and Company: San Francisco, CA, USA, 1973; p. 573.
36. Bray, J.R.; Curtis, J.T. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* **1957**, *27*, 326–349. [[CrossRef](#)]
37. Field, J.G.; Clarke, K.R.; Warwick, R.M. A practical strategy for analyzing multispecies distribution patterns. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **1982**, *18*, 37–52. [[CrossRef](#)]
38. Clarke, K.R.; Gorley, R.; Somerfield, P.J.; Warwick, R. *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*, 3rd ed.; Primer-E Ltd.: Plymouth, UK, 2014.
39. Lucarz, A.; Gomot, L. Influence de la densité de population sur la croissance diamétrale et pondérale de l'escargot *Helix aspersa* Müller dans différentes conditions d'élevage. *J. Moll. Stud.* **1985**, *51*, 105–115.
40. Garcia, A.; Perea, J.M.; Mayoral, A.; Acero, R.; Martos, J.; Gomez, G.; Pena, F. Laboratory rearing conditions for improved growth of juvenile *Helix aspersa* Müller snails. *Lab. Anim.* **2006**, *40*, 309–316. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
41. Bartzokas, A.; Lolis, C.J.; Metaxas, D.A. A study on the intra-annual variation and the spatial distribution of precipitation amount and duration over Greece on a 10-day basis. *Int. J. Climatol.* **2003**, *23*, 207–222. [[CrossRef](#)]

Apostolou K., Hatzioannou M., Sotiraki S. 2018. Preliminary study of parasitic nematodes in farmed snails (*Helix aspersa maxima*) in Greece. Proceedings of 69th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science (EAAP), Dubrovnik (Croatia), 27 - 31 August

Preliminary study of parasitic nematodes in farmed snails (*Helix aspersa maxima*) in Greece

Apostolou Konstantinos¹, Hatzioannou Marianthi¹, Sotiraki Smaragda²

¹Department of Ichthyology & Aquatic Environment, School of Agricultural Sciences, University of Thessaly, Fytoko Street, 38 445, Nea Ionia Magnesia, Greece,

² Veterinary Research Institute, National Agricultural Research Foundation, NAGREF Campus, 57001 Thermi, Greece; apostolou@uth.gr

Parasitic nematodes that have terrestrial gastropods as main hosts are found in eight different families. They are to be found in all organs of the general body cavity (digestive tract, reproductive organs), the pallial cavity (kidney, pulmonary sac), and in the pedal musculature (foot tissue). The aim of this study is to register parasite species in farmed snails in Greece. Parasites are a risk to a snail farm, as they may spread to the farmed snail population, especially when it is dense, or hygiene rules are not met. A total of 1100 gastropod collected from 22 different farms of 4 different types (mixed system, open field, net-covered greenhouse and elevated sections) in two different periods (Summer & Autumn 2017). There are located in Central, Western and North Greece and breed snails (*Helix aspersa maxima*) for human consumption. Samples of faeces were analyzed using a McMaster method for the number of nematode eggs. The presence of nematode larvae or adult was identified through morphological examination and dissection of 440 snails of commercial size (average weight 14,02 ± 2,48gr).

The results showed an average number of eggs per gram of faeces of 4205,18. We found all farms positive, with a higher value 20880 EPG (Mixed system) and lower 140 EPG (Open Field). In this first survey in Greece three nematodes species were isolated. The prevalence of *Phasmarhabditis hermaphrodita* was from 10% to 40% (intestine), 20% for *Muellerius capillaris* (foot tissues, 3rd stage larvae) and 15% for *Alloionema appendiculatum* (foot tissues). *P. hermaphrodita* can increase the mortality rate of gastropods. *M. capillaris* is the most common lungworm of sheep and has been associated with severe diffuse interstitial pneumonia. *A. appendiculatum* is frequently found in farmed snails, where it can cause substantial mortality of young snails.

Apostolou K., Hatzioannou M. 2019. Classification and characteristics of snail farms in Greece: Preliminary results. Proceedings of 7th Panhellenic Conference on Technology of Animal Production (PHCTAP), Thessaloniki, 1 February

Classification and characteristics of snail farms in Greece: Preliminary results

Apostolou Konstantinos, Hatzioannou Marianthi

Department of Ichthyology & Aquatic Environment, School of Agricultural Sciences,
University of Thessaly, Fytoko Street, 38445, Volos, Greece

apostolou@uth.gr mxatzi@uth.gr

Abstract

The object of this study was the classification of heliculture farms in Greece, as well as the recording of breeding methods, performance and the problems they face. The aim of the survey is the evaluation of farming systems.

Firstly, contact (2016) with the owners of 120 heliculture holdings was facilitated throughout Greece. Questionnaires were completed (2017) which mainly concerned farm facilities, livestock and the problems faced by farmers. The present study presents data from 22 farms which are spread throughout Central, Western and Northern Greece and breed snails (*Cornu aspersum maximum*) for human consumption. During the fall of 2017, commercial size snails were collected from the same holdings to assess production characteristics.

The farms were classified into 5 different types [open field (32%), net-covered greenhouse (36%), mixed system with net-covered greenhouse (14%), mixed system with open field (9%) and elevated sections (9%)]. The open field farms have the largest area (6140 m²) while the elevated sections system the smallest (850 m²). 77% of the farms use soil as a substrate where plants are cultivated, which are used as feed for snails. 68% of the farms are supplied with artificial feed for snails. The largest biomass appears in the farms using elevated sections (2.79 Kg / m²), while the smallest in the open field (0.267 Kg / m²). In addition, snails reared exclusively in open field present the lowest average weight (12.46 gr), unlike animals under mixed system (15.02 gr).

The problems mentioned by the producers concern the unclear legal framework, the time-consuming process of obtaining a permit and the absence of agricultural allowances. Finally, the most important problem in the marketing of farmed animals, is the fact that the collection of wild snails of dubious quality, as well as their promotion, is uncontrollable, thus greatly reducing the price of the farmed snail. In conclusion, the Heliculture sector in Greece is small yet dynamic. However, its development requires the creation of support mechanisms which will proceed to the solution of problems and the promotion of products in the markets.

Acknowledgments: *The authors want to express their gratitude to the members of the Snail Farmers Coop. of Greece as well as to the individual farm owners for their collaboration.*

Apostolou K., Hatzioannou M., Sotiraki S. 2019. Potential risks of nematode parasitism in farmed snails in Greece. Proceedings of 70th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science (EAAP), Ghent (Belgium), 26 - 30 August

Potential risks of nematode parasitism in farmed snails in Greece

Apostolou Konstantinos¹, Hatzioannou Marianthi¹, Sotiraki Smaragda²

¹Department of Ichthyology & Aquatic Environment, School of Agricultural Sciences, University of Thessaly, Fytoko Street, 38 445, Nea Ionia Magnesia, Greece, ² Veterinary Research Institute, National Agricultural Research Foundation, NAGREF Campus, 57001 Thermi, Greece; apostolou@uth.gr

The aim of this study was to classify heliciculture farms, as well as register parasite species in farmed snails (*Cornu aspersum maximum* or *Cornu aspersum*) in Greece. Farms located in Central, Western and North Greece were classified into four different types i.e. open field (35%), net-covered greenhouse (38%), mixed system with net-covered greenhouse or open field (19%) and elevated sections (8%). Farmers were surveyed on a designated questionnaire concerning welfare problems of livestock. The questions included presence of other animals in the farm, preventive spraying and neighboring farms. A total of 1300 snails (14 ± 2.4 g) from 26 farms (2017) and 900 snails (13.2 ± 2.7 g) from 18 farms was collected (2018) during a two-year experiment. Parasitological examinations through standard dissection and faecal egg counting techniques were performed. The most common problem was the entry of other animals in the farm with 77% of farmers being unable to deal with the issue. Additionally, 85.7% of farms had mice issues. Only 23% of snail farmers practiced spraying against pathogens. Approximately 43% of farms about another animal farming. Results of 2017 showed presence of adult nematodes in all farm systems, with higher values in elevated sections (50%). A total of 19.2% of snail farms were positive for adult parasitism. In 2018, all farms were positive and the average number of eggs per gram of faeces was 2535 ± 3272 . Adult nematodes appeared in only two systems [(i.e. open field (42.8%), net – covered greenhouse (40%)]. In both years, three nematode species were encountered. The species were *Phasmarhabditis hermaphrodita* (20- 40%; intestine), *Muellerius capillaris* (40%; foot) and *Alloionema appendiculatum* (20-60%; intestine). Two farms were positive for adult parasites in both years. The increase in percentage of positive snail farms with adult parasites in second year (38.8%), suggest that preventive measures should be taken in order to protect farmed snails and restrict the spread of parasites.

Apostolou K., Hatzioiannou M. 2019. Investigation of snail farming methods in Greece and classification based on their main characteristics. Proceedings of 34th Annual Conference of Hellenic Society of Animal Production (E.Z.E.), Volos, 2-4 October

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΣΑΛΙΓΚΑΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥΣ

ΑΠΟΣΤΟΛΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ, ΧΑΤΖΗΩΑΝΝΟΥ ΜΑΡΙΑΝΘΗ

Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, οδός Φυτόκου, 38 445, Νέα Ιωνία, Ελλάδα

apostolou@uth.gr mxatzi@uth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της μελέτης ήταν η διερεύνηση των μεθόδων εκτροφής σαλιγκαριών στην Ελλάδα, ενώ στόχος της ευρύτερης έρευνας ήταν η αξιολόγηση και ταξινόμηση των συστημάτων αυτών. Πραγματοποιήθηκε αρχικά επικοινωνία (2016) με ιδιοκτήτες 120 σαλιγκαροτροφικών εκμεταλλεύσεων στην Ελλάδα που εκτρέφουν σαλιγκάρια για ανθρώπινη κατανάλωση. Συμπληρώθηκαν 30 ερωτηματολόγια (2017) που αφορούσαν μεταξύ άλλων τις κτιριακές εγκαταστάσεις, το ζωικό κεφάλαιο, τα οικονομικά στοιχεία, ώστε να καταγραφούν και αξιολογηθούν οι αντίστοιχες παράμετροι. Οι μονάδες ταξινομήθηκαν χρησιμοποιώντας πολυπαραγοντική ανάλυση (PCA) με βάση την οποία διατηρήθηκαν 13 από τις 46 αρχικές μεταβλητές. Οι σημαντικότερες μεταβλητές ήταν η έκταση, η διάρκεια λειτουργίας, η βιομάζα/ωφέλιμη επιφάνεια και ο αριθμός σαλιγκαριών εμπορεύσιμου μεγέθους/kg. Η μέση έκταση ανήλθε σε 3727 m², ενώ η μέση βιομάζα ανά ωφέλιμη επιφάνεια ήταν 1,12 kg/m². Ο αριθμός σαλιγκαριών ανά kg ήταν 78,5. Το 77% των εκμεταλλεύσεων έχουν ως υπόστρωμα έδαφος παρουσία φυτών, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν και ως τροφή για τα εκτρεφόμενα ζώα. Το 65% των αγροτών χρησιμοποίησε επιπλέον εμπορικές ζωοτροφές. Η ηλικία των παραγωγών κατά μέσο όρο ήταν 44,5 έτη με 5,4 χρόνια εμπειρίας στην εκτροφή. Το μεγάλο εύρος θερμοκρασιών (0,29 °C - 39,19 °C), δικαιολογείται από τη διάρκεια λειτουργίας (8 μήνες), η οποία διακόπτεται στις αρχές χειμώνα. Το εκτιμώμενο μέσο κέρδος, στην περίπτωση πώλησης της παραγωγής, έφτανε τα 2041,32€. Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα οι εκτροφές σαλιγκαριών στην Ελλάδα ταξινομούνται ως εκτατικές, ημι-εντατικές και εντατικές. Συμπερασματικά, η χρήση πολυπαραγοντικής ανάλυσης (PCA) είναι ένα πολύ ισχυρό εργαλείο αξιολόγησης των συστημάτων εκτροφής που μπορεί να εφαρμοστεί και στην Σαλιγκαροτροφία.

Ευχαριστίες: Οι συγγραφείς θέλουν να εκφράσουν τις ευχαριστίες τους στα μέλη του Πανελληνίου Συνεταιρισμού Σαλιγκαροτρόφων και στους μεμονωμένους παραγωγούς.