

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

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Η επίδραση της διαιτητικής αναλογίας πρωτεΐνης/ενέργειας στην
αύξηση του εκτρεφόμενου σαλιγκαριού *Helix aspersa* »**

Ελένη Μαρούλη

ΒΟΛΟΣ 2011

«Η επίδραση της διαιτητικής αναλογίας πρωτεΐνης/ενέργειας στην αύξηση του εκτρεφόμενου σαλιγκαριού *Helix aspersa* »

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή :

1) Ιωάννης Καραπαναγιωτίδης, Λέκτορας, Διατροφή Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμών
Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών
Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Επιβλέπων***,

2) Χρήστος Νεοφύτου, Καθηγητής, Ιχθυολογία & Υδροβιολογία, Τμήμα Γεωπονίας
Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος***,

3) Μαριάνθη Χατζηιωάννου, Λέκτορας υπό διορισμό, Εκτροφή Σαλγκαριών &
Βατράχων, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή
Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος***.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Επιβλέποντα της εργασίας αυτής, κ. Ιωάννη Καραπαναγιωτίδη για την πολύτιμη βοήθειά του και τη διαρκή υποστήριξή του, τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειράματος, όσο και κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής μου, αποτελούμενη από τους Καθηγητή Ιχθυολογίας & Υδροβιολογίας κ. Χρήστο Νεοφύτου και Λέκτορα υπό διορισμό στην Εκτροφή Σαλιγκαριών και Βατράχων κα Μαριάνθη Χατζιωάννου.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και προ πάντων κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο κλάδος της σαλιγκαροτροφίας στην Ελλάδα δεν είναι ιδιαίτερα αναπτυγμένος. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται μεγάλο ενδιαφέρον για επενδύσεις σε μονάδες εκτροφής σαλιγκαριών. Για μια επιτυχημένη εκτροφή είναι αναγκαία η χρησιμοποίηση ενός ορθολογικού σιτηρεσίου στη διατροφή των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών, το οποίο θα προάγει τους μέγιστους ρυθμούς ανάπτυξης, την υγεία και ευζωία του οργανισμού με το χαμηλότερο δυνατό κόστος. Οι θρεπτικές ανάγκες των σαλιγκαριών υπό συνθήκες εκτροφής δεν είναι ακόμα γνωστές. Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής ήταν να διερευνήσει την αλληλεπίδραση δύο διαιτητικών επιπέδων πρωτεΐνης και τριών διαιτητικών επιπέδων λίπους στην ανάπτυξη και την αξιοποίηση της τροφής από το εκτρεφόμενο σαλιγκάρι *Helix aspersa*. Για το σκοπό αυτό καταρτίστηκαν έξι σιτηρέσια: Το σιτηρέσιο Α (P10-L0) περιείχε 10% πρωτεΐνη και 0% λίπους, το σιτηρέσιο Β (P14-L0) περιείχε 14% πρωτεΐνη και 0% λίπους, το σιτηρέσιο Γ (P10-L5) περιείχε 10% πρωτεΐνη και 5% λίπους, το σιτηρέσιο Δ (P14-L5) περιείχε 14% πρωτεΐνη και 5% λίπους, το σιτηρέσιο Ε (P10-L10) περιείχε 10% πρωτεΐνη και 10% λίπους και το σιτηρέσιο ΣΤ (P14-L10) περιείχε 14% πρωτεΐνη και 10% λίπους.

Τα σιτηρέσια χορηγήθηκαν σε συνολικά 180 σαλιγκάρια, μέσου ατομικού βάρους $0,15 \pm 0,03\text{g}$ και ηλικίας 8-15 ημερών, τα οποία κατανεμήθηκαν ανά 10 σε 18 πλαστικά κουτιά (6 διατροφικές ομάδες, 3 επαναλήψεις/κλουβιά ανά ομάδα) για 64 ημέρες. Τα σιτηρέσια Α (P10-L0) και Β (P14-L0) απέδωσαν το μεγαλύτερο σωματικό βάρος στα εκτρεφόμενα σαλιγκάρια συγκριτικά με τα υπόλοιπα τέσσερα σιτηρέσια. Αυτό σημαίνει ότι η προσθήκη 5% ή 10% διαιτητικού λίπους στο σιτηρέσιο επιφέρει μείωση στην ανάπτυξη των σαλιγκαριών, ενώ η χορήγηση ενός επιπέδου διαιτητικής πρωτεΐνης της

τάξεως του 10% φαίνεται επαρκής για την άριστη ανάπτυξή τους. Επίσης, το επίπεδο διαιτητικού λίπους της τάξης του 10% στο σιτηρέσιο οδηγεί στη χειρότερη αξιοποίηση της τροφής από τα σαλιγκάρια, επειδή καταναλώνουν πολύ περισσότερη τροφή για να αυξήσουν το βάρος τους.

Λέξεις κλειδιά: σαλιγκάρι, *Helix aspersa*, πρωτεΐνη, ενέργεια.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
1.1 Γενικά	9
1.2 Μέθοδοι εκτροφής του <i>Helix aspersa</i>	10
1.3 Διατροφική συμπεριφορά και φυσιολογία του <i>Helix aspersa</i>	11
1.4 Η διατροφή του <i>Helix aspersa</i> στο φυσικό του περιβάλλον	13
1.5 Διαιτητικές ανάγκες σε θρεπτικά συστατικά του <i>H. aspersa</i>	14
1.6 Σκοπός μεταπτυχιακής διατριβής	17
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	19
2.1 Προέλευση πειραματόζωων και συνθήκες εκτροφής	19
2.2 Πειραματικά σιτηρέσια	19
2.3 Σίτιση – καθημερινοί χειρισμοί	20
2.4 Δειγματοληψίες-Μετρήσεις βάρους	21
2.5 Χημικές αναλύσεις	23
2.5.1 Προσδιορισμός ξηρής ουσίας	23
2.5.2 Προσδιορισμός αζωτούχων ενώσεων	23
2.5.3 Προσδιορισμός ολικών λιπιδίων	26
2.5.4 Προσδιορισμός τέφρας	27
2.6 Παράμετροι αύξησης και αξιοποίηση της τροφής	27
2.6.1 Αύξηση ολικού βάρους σαλιγκαριών	27
2.6.2 Ποσοστό αύξησης ολικού βάρους	28
2.6.3 Ημερήσια αύξηση	28
2.6.4 Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης	28

2.6.5 Συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής	29
2.7 Στατιστική ανάλυση	29
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ	30
3.1 Επιβίωση	31
3.2 Παράμετροι αύξησης σαλιγκαριών και αξιοποίησης σιτηρεσίων	31
3.3 Μορφομετρικά χαρακτηριστικά κελύφους και χημική σύσταση σώματος	48
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	54
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	55
ABSTRACT	60

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Εδώ και πολλούς αιώνες, τα σαλιγκάρια καταναλώνονται σε πολλές χώρες παγκοσμίως και ιδιαίτερα σε ευρωπαϊκές όπως π.χ. η Γαλλία, στην οποία η κατανάλωση ετησίως αγγίζει τους 40.000 τόνους (Jess & Marks 1998, Murphy 2001). Τα σαλιγκάρια που έχουν εμπορική αξία είναι κάποια είδη της οικογένειας *Achatinidae* και τρία είδη του γένους *Helix* (Χατζηιωάννου 2007).

Τα είδη του γένους *Helix* που χρησιμοποιούνται εμπορικά στην παγκόσμια αγορά είναι τα εξής: το *Helix aspersa* (κρητικός κοχλίας), σε ποσοστό 40% της παγκόσμιας αγοράς, το *Helix pomatia* (άσπρο ή σαλιγκάρι των βουνών) σε ποσοστό 28%, το *Helix lucorum* (μαυροσαλίγκαρο ή σαλιγκάρι των δασών) σε ποσοστό 22%, το *Eobania Vermiculata* (Müller) σε ποσοστό 8,5% και τα υπόλοιπα είδη σε ποσοστό 1,5% (Iazaridou-Dimitriadou *et al.* 1998).

Μόνο η εκτροφή του *Helix aspersa* είναι εφικτή και κερδοφόρα στην Ιταλία (Elmislie 1989) και στη Γαλλία (Daguzan 1989) και αυτό ισχύει εξαιτίας της υψηλής προσαρμοστικότητας και παραγωγικότητας του είδους (Jess & Marks 1995). Εξαιτίας της υποβάθμισης του φυσικού περιβάλλοντος, κυρίως από ανθρώπινες δραστηριότητες (αποψίλωση δασών, επέκταση αστικών περιοχών, πυρκαγιές, ληστρική συλλεκτικότητα κ.α.), τα φυσικά αποθέματα των σαλιγκαριών στην Ελλάδα άρχισαν να μειώνονται από το 1985 (Iazaridou-Dimitriadou *et al.* 1998).

Στην Αυστραλία, στην Ισπανία, στη Γαλλία και στην Ιταλία έχουν αναπτυχθεί κλειστές και ανοιχτές μέθοδοι εκτροφής σαλιγκαριών (Δεσποτοπούλου 2008). Στη χώρα μας τα τελευταία χρόνια υπάρχει έντονο ενδιαφέρον για νέες επενδύσεις

στη σαλιγκαροτροφία, όμως μέχρι σήμερα ο κλάδος δεν έχει αναπτυχθεί ιδιαίτερος (Gogas *et al.* 2003).

Το είδος *Helix aspersa* ανήκει στο φύλο των μαλακίων, που είναι δεύτερο σε πληθυσμό μετά από τα αρθρόποδα, στην κλάση των Γαστερόποδων που περιλαμβάνει τα περισσότερα είδη περίπου 30.000-35.000 (Solem 1977, Morton 1979), στην τάξη των στυλομματοφόρων και στην οικογένεια *Helicidae*. Η συστηματική κατάταξη του σαλιγκαριού *H.aspersa* είναι η εξής:

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

1.2 Μέθοδοι εκτροφής του *Helix aspersa*

Το μελετηθέν είδος εκτρέφεται με διάφορες μεθόδους, όπως η κλειστή (ή εντατική), η ανοιχτή (ή εκτατική) και η μικτή. Η κλειστή εκτροφή επιτυγχάνεται σε πλήρως ελεγχόμενες συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, φωτοπερίοδος) μέσα σε κτιριακές εγκαταστάσεις. Σε αυτή την εκτροφή παρέχεται σιτηρέσιο, έτσι ώστε να καλύπτονται οι διατροφικές ανάγκες των σαλιγκαριών.

Η ανοιχτή εκτροφή πραγματοποιείται σε ανοιχτό χώρο, απαιτεί έδαφος αλκαλικό ή ουδέτερο, με χαμηλό υψόμετρο, που όμως να μη κατακρατεί νερό και να δημιουργείται λάσπη. Επίσης, απαραίτητη είναι η απεντόμωση, το καθάρισμα του εδάφους και η κατάλληλη περιφραγή για να μη διαφεύγουν τα σαλιγκάρια και να

προστατεύονται από τους φυσικούς εχθρούς. Μέσα στο χώρο εκτροφής καλλιεργούνται φυτά που προορίζονται για κατανάλωση από τα σαλιγκάρια, όπως ραδίκια, σπανάκι, λάχανα κ.α. και αρδεύονται με υδρονέφωση για να διατηρείται η υγρασία υψηλή και να μη λασπώνει το έδαφος.

Στη μικτή εκτροφή, η προετοιμασία της αναπαραγωγής, το στάδιο της αναπαραγωγής, της επώασης και της εκκόλαψης των αυγών γίνονται κάτω από πλήρως ελεγχόμενες συνθήκες (Lazaridou-Dimitriadou & Kattoulas 1985). Στην Ελλάδα ο γόνος μεταφέρεται το Μάρτιο στο διχτυοκήπιο και η συγκομιδή γίνεται τον Ιούλιο. Η υγρασία ρυθμίζεται με σύστημα υδρονέφωσης, ενώ υπάρχουν διάδρομοι και σκέπαστρα κάτω από τα οποία χορηγείται το σιτηρέσιο.

Σε αυτόν τον τύπο εκτροφής, η εκκόλαψη γίνεται σε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον και έπειτα τα σαλιγκάρια μεταφέρονται για την πάχυνση σε διχτυόκηπια ή εξωτερικά πάρκα. Η υγρασία ρυθμίζεται με υδρονέφωση. Το σιτηρέσιο που χορηγείται στα ζώα είναι ανάλογο με το στάδιο ανάπτυξης των σαλιγκαριών (γόνοι, γεννήτορες) και χορηγείται σε ταΐστρες κάτω από τα σκέπαστρα για να μη μουσκέψει η τροφή από την υδρονέφωση.

1.3 Διατροφική συμπεριφορά και φυσιολογία θρέψης του *Helix aspersa*.

Ο Gelperin (1975) έχει περιγράψει τη διατροφική συμπεριφορά και φυσιολογία θρέψης των σαλιγκαριών. Οι κεραίες που φέρουν βοηθούν το σαλιγκάρι στην ανεύρεση της τροφής του. Η επιλογή του αν θα προσλάβει την τροφή εξαρτάται από τα χημικά νευρικά ερεθίσματα που δέχεται μέσω της επαφής αυτής με τα ειδικά όργανα που βρίσκονται στις κατώτερες κεραίες. Στη συνέχεια, η αφή της τροφής γίνεται και με τα χείλη και λαμβάνεται η απόφαση της απόρριψης ή πρόσληψης της (Gelperin 1975).

Το πεπτικό σύστημα των στυλοματοφόρων γαστεροπόδων μπορεί να χωριστεί στα εξής τμήματα: 1) υποδοχής – πρόσληψης – κατάποσης τροφής 2) πέψης και απορρόφησης θρεπτικών συστατικών 3) απέκκριση κοπράνων. Πιο συγκεκριμένα, το πεπτικό σύστημα αποτελούν η στοματική κοιλότητα, οι σιελογόνοι αδένες, ο οισοφάγος, το στομάχι, ο πεπτικός αδένας (ηπατοπάγκreas) και το έντερο.

Βρέθηκε ότι η αφομοιωτική ικανότητα των σαλιγκαριών επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες. Από την τροφή για παράδειγμα τα στυλοματοφόρα γενικά δείχνουν υψηλότερη ικανότητα αφομοίωσης όταν παίρνουν τροφή από το φυσικό τους περιβάλλον απ' ότι από καλλιεργούμενα φυτά (Mason 1970, Richardson 1975, Staikou & Lazaridou–Dimitriadou 1989).

Το σαλιγκάρι *Eobania vermiculata* (Müller) (*Helicidae*) όταν διατράφηκε με το είδος *Urtica dioica* L. (*Urticaceae*) (είδος τσουκνίδας με την οποία τρέφονται πολλά είδη σαλιγκαριών) είχε μεγαλύτερη αφομοιωτική ικανότητα απ' ότι όταν διατράφηκε με μαρούλι (Lazaridou-Dimitriadou & Kattulas 1990). Οι Kornobis & Bogucki (1973) βρήκαν ότι η τροφή που δόθηκε σε είδη του γένους *Helix* και ήταν πλούσια σε λαχανικά είχε μεγαλύτερη αφομοιωτική ικανότητα (48,8-88,4%) από την τεχνητή τροφή που περιείχε μικρή ποσότητα φυτικής ύλης (39,7%). Η αφομοιωτική ικανότητα του *Cerpea nemoralis* (Limnaeus) δεν επηρεάζεται από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος αλλά από τον τύπο της τροφής (Richardson 1975). Το είδος *Helix lucorum* το φθινόπωρο είχε χαμηλές τιμές στην αφομοίωση των θρεπτικών συστατικών λίγο πριν τη χειμερία νάρκη (Staikou & Lazaridou–Dimitriadou 1989). Το ίδιο διαπιστώθηκε και στο *Helix pomatia*, σε δίαιτα που περιλάμβανε φρέσκο μαρούλι, βρέθηκε ότι είχε μεγαλύτερη αφομοίωση την περίοδο της άνοιξης απ' ότι του φθινοπώρου (Bogucki & Helczyk-Kazecka 1977). Επίσης, η ηλικία διαμορφώνει την

αφομοιωτική αξία, στα *H. lucorum* και *E. vermiculata* βρέθηκε να είναι υψηλότερη στα νεαρά απ' ό τι στα ενήλικα σαλιγκάρια (Staikou & Lazaridou–Dimitriadou 1989). Το ίδιο αποτέλεσμα βρέθηκε και για το *H. pomatia* (Bogucki & Helczyk-Kazecka 1977).

1.4 Η διατροφή των πνευμονοφόρων γαστερόποδων στο φυσικό τους περιβάλλον

Σχεδόν όλα τα είδη οργανικής ύλης έχουν καταγραφεί ως τροφή για τα γαστερόποδα, συμπεριλαμβανομένου φυτών, φύλλων, ξύλου και νεκρών ζώων σε διαφορετικά επίπεδα αποσάθρωσης (Barker 2001). Η τροφή των γαστερόποδων στη φύση συχνά αποτελείται από φυτική ύλη, συνήθως κατά το μεγαλύτερο ποσοστό, ακολουθούν τα μανιτάρια, οι διάφοροι ζωικοί οργανισμοί και η ανόργανη ύλη του εδάφους. Επίσης, ως είδη τροφής έχουν καταγραφεί διάφορα είδη μικροφύκων και οι λειχήνες (σε υδρόβια είδη σαλιγκαριών), τα μακρόφυτα, το γρασίδι, οι ρίζες φυτών, τα κλαδιά, τα φύλλα, τα άνθη, η γύρη των λουλουδιών, τα φρούτα, οι σπόροι, ακόμη και σάπιο ξύλο. Για τη θρέψη των γαστερόποδων σημαντικό ρόλο παίζουν τα σάπια φύλλα, επειδή περιέχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε τοξίνες (Newman *et al.* 1992).

Πολλά μανιτάρια τρώγονται μανιωδώς από τα γαστερόποδα, ακόμα και αυτά που είναι τοξικά (Ramsell & Paul 1990). Πολλά είδη γαστερόποδων τρέφονται επίσης και με ζωντανή ή νεκρή σάρκα άλλων γαστερόποδων (Pomeroy 1969, Butler 1976, Chatfield 1976, Port & Port 1986). Το όξινο υγρό έδαφος είναι σημαντικό για την εκτροφή των σαλιγκαριών της οικογένειας *Helicidae* (Elmislie 1998), όμως ο ρόλος του εδάφους για τη θρέψη τους δεν έχει κατανοηθεί πλήρως. Γαστερόποδα που ζούνε σε διαφορετικά φυσικά περιβάλλοντα διατρέφονται με τελείως διαφορετικές τροφές, το οποίο συνεπάγεται ότι το ίδιο είδος σαλιγκαριού μπορεί να διατρέφεται με διαφορετικές τροφές σε διαφορετικά περιβάλλοντα (Pallant 1972, Iglesias & Castillejo 1999).

Τα γαστερόποδα έχουν υιοθετήσει μια στρατηγική βόσκησης που ελαχιστοποιεί την ανάγκη για μετακίνηση και τους επιτρέπει να εντοπίζουν τις πιθανές τροφές που συναντάνε στο δρόμο τους. Η έξοδος από τα καταφύγια και η αναζήτηση της τροφής, για τα περισσότερα γαστερόποδα, συμβαίνει στη δύση του ηλίου. Η τροφή εντοπίζεται από τις κεραίες που έχουν στο κεφάλι τους και καθοδηγούνται από τις οσμές αυτών. Στην περίπτωση που το σαλιγκάρι εντοπίσει πάνω από δυο μυρωδιές ακολουθεί την πιο έντονη (Chase 1982). Οι οικείες μυρωδιές και αυτές των προτιμητέων τροφών κάνουν το σαλιγκάρι να αντιδράει πιο αποφασιστικά στις κινήσεις του, ενώ δεν έχει παρατηρηθεί αρνητικός προσανατολισμός σε ανεπιθύμητες μυρωδιές και τροφές (Chase 1982). Το ποσοστό μιας τροφής που περιλαμβάνεται στη δίαιτα των γαστερόποδων εξαρτάται από τη διαθέσιμη ποσότητα που υπάρχει στην περιοχή, οπότε θεωρητικά μπορεί να υπάρξει μια σχέση εξάρτησης. Όμως στην πράξη, η μέτρηση της βιομάζας τροφής που καλύπτει μια περιοχή είναι αρκετά δύσκολο να υπολογιστεί ως διαθέσιμη τροφή για τα γαστερόποδα. Υπάρχουν βέβαια και περιπτώσεις όπου ο βαθμός βόσκησης δεν είναι ανάλογος με τη διαθέσιμη τροφή. Αυτό οφείλεται σε άλλους παράγοντες, όπως τα θρεπτικά συστατικά της κάθε τροφής, την υφή της και τη δυσκολία πρόσβασης σε αυτή. Τα άσιτα σαλιγκάρια διεκδικούν με πιο δυναμικό τρόπο την τροφή τους από τα άλλα (Chase 1982). Σε μια σειρά πειραμάτων με το είδος *Deroceras reticulatum*, τα άσιτα σαλιγκάρια κατανάλωσαν την ίδια ποσότητα τροφής με τα ήδη σιτισμένα, όμως παρατηρήθηκε πως τα άσιτα σαλιγκάρια κατανάλωναν και ένα δεύτερο γεύμα (Bailey 1989).

1.5 Διαιτητικές ανάγκες σε θρεπτικά συστατικά του *H. aspersa*

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

Οι πρωτεΐνες αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό της οργανικής ουσίας των ιστών και κυττάρων των ζωικών οργανισμών, συμπεριλαμβανομένων και των γαστερόποδων, και περιέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό αζώτου από κάθε άλλη ένωση. Παρέχουν ενέργεια στον οργανισμό και συντίθενται από αμινοξέα. Από την πέψη των πρωτεϊνών προκύπτουν τα αμινοξέα, τα οποία είτε αποδομούνται για την παραγωγή ενέργειας (καταβολισμός αμινοξέων), είτε συνθέτουν νέες πρωτεΐνες (αναβολισμός αμινοξέων).

Οι ζωικοί οργανισμοί, συμπεριλαμβανομένων και των γαστερόποδων, προμηθεύονται τα αμινοξέα από την τροφή τους, επειδή οι ποσότητες που συνθέτουν είναι ανεπαρκείς. Το βέλτιστο επίπεδο διαιτητικής πρωτεΐνης που θα προσδώσει τη μέγιστη σωματική ανάπτυξη εξαρτάται από παράγοντες όπως το είδος του γαστερόποδου, το φυσιολογικό στάδιο του γαστερόποδου (π.χ. νεαρό, ενήλικο, γεννήτορας κ.λπ.), το συνολικό ενεργειακό περιεχόμενο της τροφής, την πρωτεϊνική πηγή της τροφής (το βαθμό πεπτικότητας της πρωτεΐνης της τροφής). Ωστόσο, μέχρι σήμερα δεν είναι γνωστές επακριβώς οι ποσοτικές ανάγκες του *H. aspersa* και άλλων ειδών σαλιγκαριών σε διαιτητική πρωτεΐνη. Στα διάφορα διατροφικά πειράματα που έχουν διεξαχθεί κατά καιρούς με τα διάφορα είδη εκτρεφόμενων σαλιγκαριών, το

ποσοστό της διαιτητικής πρωτεΐνης που χορηγείται μέσω του σιτηρεσίου κυμαίνεται από 20 έως 30% (Milinsk *et al.* 2003, Pham *et al.* 2009, Lee & Pham 2010).

Τα λιπίδια είναι οι πιο πλούσιες πηγές ενέργειας στη διατροφή όλων των ζωικών οργανισμών, συμπεριλαμβανομένων των σαλιγκαριών, και οι κύριες αποθήκες ενέργειας για τον οργανισμό. Τα γαστερόποδα έχουν την ικανότητα να συνθέτουν τα κορεσμένα και μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, όχι όμως τα πολυακόρεστα ω-3 & ω-6 λιπαρά οξέα, τα οποία είναι απαραίτητα να λαμβάνουν από την τροφή τους. Η έλλειψη σε ω-3 & ω-6 λιπαρά οξέα προκαλεί μειωμένη ανάπτυξη και αυξημένη θνησιμότητα στα γαστερόποδα, γι' αυτό το λόγο καλούνται και απαραίτητα λιπαρά οξέα. Ωστόσο, μέχρι σήμερα δεν είναι γνωστές επακριβώς οι ποσοτικές ανάγκες του *H. aspersa* και άλλων ειδών σαλιγκαριών τόσο στο επίπεδο όσο και στη σύσταση του διαιτητικού λίπους. Στα διάφορα διατροφικά πειράματα που έχουν διεξαχθεί κατά καιρούς με τα διάφορα είδη εκτρεφόμενων σαλιγκαριών, το ποσοστό του διαιτητικού λίπους που χορηγείται μέσω του σιτηρεσίου κυμαίνεται από 5,0% έως 7,9% (Milinsk *et al.* 2003, Pham *et al.* 2009, Lee & Pham 2010).

Ένας τρόπος να καλύψουν τα σαλιγκάρια τις διαιτητικές τους απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά είναι να συμπεριλάβουν μεγαλύτερη ποικιλία τροφών στη διαίτα τους. Η καταλληλότερη σύσταση του σιτηρεσίου για τη διατροφή των γαστερόποδων πρέπει να αποτελείται από προκαθορισμένες αναλογίες στα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά. Ένα σιτηρέσιο που αποτελείται από δύο ή περισσότερα συστατικά (σύνθετες δίαιτες) μπορεί να πλησιάσει την ιδανική σύσταση. Έρευνες αποδεικνύουν ότι οι σύνθετες δίαιτες είναι ανώτερες από αυτές που περιέχουν μόνο ένα συστατικό και οδηγούν σε ταχύτερη ανάπτυξη και χαμηλότερη θνησιμότητα, αλλά ακόμα δεν

γνωρίζουμε επακριβώς τις διατροφικές ανάγκες του *H. aspersa* στα διάφορα θρεπτικά συστατικά.

Σε μια μονάδα εκτροφής σαλιγκαριών σημαντικό ρόλο παίζει η διαχείριση της σίτισης των σαλιγκαριών, έτσι ώστε να οδηγεί σε γρήγορη ανάπτυξη και σε ελάχιστες απώλειες τροφής με σκοπό τη μείωση του κόστους εκτροφής και την ελαχιστοποίηση της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος. Ο παραγωγός καθορίζει την ποσότητα, τη συχνότητα, τον τρόπο και το χρόνο σίτισης. Στο καθημερινό απαιτούμενο επίπεδο σίτισης, πολλές φορές, η τροφή που χορηγείται στα σαλιγκάρια είναι πολύ περισσότερη από την απαιτούμενη, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι όσο περισσότερη τροφή καταναλώνουν τα σαλιγκάρια τόσο αναπτύσσονται. Ωστόσο, η τροφή που υπερκαταναλώνεται είτε χάνεται στο φυσικό περιβάλλον, ως άπεπτη, χωρίς να αξιοποιούνται τα θρεπτικά συστατικά της, είτε αποθηκεύεται στον οργανισμό ως λίπος. Ένας γενικός κανόνας για τα νεαρά σαλιγκάρια, όπως συμβαίνει γενικά σε όλους τους εκτρεφόμενους ζωικούς οργανισμούς, είναι ότι προτιμάνε να σιτίζονται περισσότερες φορές την ημέρα από ότι τα ενήλικα (Καραπαναγιωτίδης & Καραλάζος 2009).

1.6 Σκοπός της μεταπτυχιακής διατριβής

Ο σκοπός της παρούσας ερευνητικής εργασίας ήταν η μελέτη των επιδράσεων διαφορετικών επιπέδων πρωτεΐνης και ενέργειας στην ανάπτυξη του *Helix aspersa*. Για το λόγο αυτό, διεξήχθη διατροφικό πείραμα σε πλήρως ελεγχόμενες συνθήκες εκτροφής στις εγκαταστάσεις του Εργαστηρίου Εκτροφής Γαστερόποδων του Τμήματος. Κατά τη διάρκειά του χρησιμοποιήθηκαν έξι σιτηρέσια που διέφεραν ως προς τη διατροφική πρωτεΐνη και το διατροφικό λίπος, συγκεκριμένα το σιτηρέσιο Α (P10-L0) περιείχε πρωτεΐνη 8,88 % και 1,62 λίπος % του, το σιτηρέσιο Β (P14-L0)

περιείχε πρωτεΐνη 13,35 % και λίπος 1,38 %, το σιτηρέσιο Γ (P10-L5) περιείχε πρωτεΐνη 10,43 % και λίπος 6,07 %, το σιτηρέσιο Δ (P14-L5) περιείχε πρωτεΐνη 14,15 % και λίπος 6,96 %, το σιτηρέσιο Ε (P10-L10) περιείχε πρωτεΐνη 10,33 % και λίπος 11,86 % και το σιτηρέσιο ΣΤ (P14-L10) περιείχε πρωτεΐνη 14,17 % και λίπος 11,81 % , τα σιτηρέσια χορηγήθηκαν σε 180 σαλιγκάρια τα οποία κατανεμήθηκαν σε 18 κλωβούς. Τα σαλιγκάρια σιτίζονταν τρεις φορές την εβδομάδα, το πείραμα διήρκησε 64 ημέρες και προσδιορίστηκαν παράμετροι όπως η αύξηση βάρους των ατόμων, ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης, ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής και η ατομική κατανάλωση τροφής.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Προέλευση πειραματόζωων και οι συνθήκες εκτροφής

Το διατροφικό πείραμα διήρκησε 64 ημέρες (από 15-2-2011 έως 20-4-2011) και πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Εκτροφής Γαστερόποδων του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Ο γόνος που χρησιμοποιήθηκε προήλθε από γεννήτορες της Κρήτης και ήταν ηλικίας 8-15 ημερών. Ένας συνολικός αριθμός 180 σαλιγκαριών, μέσου βάρους $0,15 \pm 0,03$ g, τοποθετήθηκε ανά 10 άτομα σε πλαστικά δοχεία χωρητικότητας 8L ($34 \times 23,5 \times 12,5$ cm, μήκος \times πλάτος \times ύψος). Πριν την έναρξη του πειράματος, μετρήθηκε και καταγράφηκε το αρχικό βάρος των ζώων ανά κλωβό χωριστά.

Κάθε κλουβί έφερε δύο μικρές τρύπες σε κάθε πλαϊνή επιφάνεια και τέσσερις μικρές τρύπες στον πυθμένα για αερισμό. Επίσης, κάθε κλουβί σκεπάστηκε με τζάμι πάχους 5mm για να αποτρέπει τα σαλιγκάρια να δραπετεύουν. Εντός κάθε κλουβιού τοποθετήθηκαν ένα κομμάτι συνθετικού υφάσματος (μη τοξικού), χρήσιμο για να κρατά τη σχετική υγρασία εντός του δοχείου σε επιθυμητό επίπεδο και ένα πορσελάνινο δοχείο (ταΐστρα) με σιτηρέσιο, όπου αναγραφόταν η ένδειξη του σιτηρεσίου που χορηγούταν σε κάθε κλουβί. Οι συνθήκες που επικρατούσαν στα κλουβιά ανάπτυξης ήταν οι εξής: φωτοπερίοδος 13:11h (φώς : σκότος), θερμοκρασία 21 ± 1 °C και σχετική υγρασία 90-100% R.H. Πριν την έναρξη του πειράματος τα σαλιγκάρια διατρέφονταν με τροφή εμπορίου (ορνιθοτροφή).

2.2. Πειραματικά σιτηρέσια

Τα σαλιγκάρια διατράφηκαν με έξι πειραματικά σιτηρέσια που διέφεραν ως προς τα ποσοστά της περιεχόμενης πρωτεΐνης και των λιπιδίων. Συγκεκριμένα το

σιτηρέσιο Α (P10-L0) περιείχε πρωτεΐνη 8,88 % και λίπος 1,62 % , το σιτηρέσιο Β (P14-L0) περιείχε πρωτεΐνη 13,35 % και λίπος 1,38 % , το σιτηρέσιο Γ (P10-L5) περιείχε πρωτεΐνη 10,43 % και λίπος 6,07 % , το σιτηρέσιο Δ (P14-L5) περιείχε πρωτεΐνη 14,15 % και λίπος 6,96 % , το σιτηρέσιο Ε (P10-L10) περιείχε πρωτεΐνη 10,33 % και λίπος 11,86 % και το σιτηρέσιο ΣΤ (P14-L10) περιείχε πρωτεΐνη 14,17 % και λίπος 11,81 % (Πιν. 1).

Ως πρωτεϊνικές πηγές στα σιτηρέσια χρησιμοποιήθηκαν κατά κύριο λόγο το άλευρο αραβοσίτου και το άλευρο σίτου και κατά δεύτερο λόγο η γλουτένη αραβοσίτου και το άλευρο σόγιας, ενώ ως ενεργειακή πηγή του σιτηρεσίου χρησιμοποιήθηκε αραβοσιτέλαιο.

Για να καλυφθούν οι απαιτήσεις των σαλιγκαριών σε ασβέστιο προστέθηκε μαρμαρόσκονη σε ποσοστό 11,3% επί της ξ.ο. του σιτηρεσίου, ενώ για την κάλυψη των αναγκών τους σε φώσφορο χρησιμοποιήθηκε φωσφορικό μονασβέστιο σε ποσοστό 8,5-8,6% επί της ξ.ο. του σιτηρεσίου. Οι απαιτήσεις σε χλώριο και νάτριο καλύφθηκαν μέσω της χορήγησης άλατος του εμπορίου που προστέθηκε σε ποσοστό 0,5% επί της ξ.ο. του σιτηρεσίου. Τέλος, μιας και μέχρι σήμερα δεν είναι γνωστές οι απαιτήσεις των σαλιγκαριών σε βιταμίνες και ανόργανα στοιχεία, προστέθηκε έτοιμο πρόμιγμα βιταμινών και ανόργανων στοιχείων σε ποσοστό 0,5% επί της ξ.ο. του σιτηρεσίου.

2.3 Σίτιση - καθημερινοί χειρισμοί

Η σίτιση γίνονταν σε κορεσμό τρεις φορές την εβδομάδα κατά βούληση (*ad libitum*). Πριν τη σίτιση ζυγίζονταν το καθαρό βάρος της ταΐστρας και έπειτα το ακριβές βάρος της τροφής (περίπου 1,5 g) που θα χορηγούνταν στα ζώα κάθε κλωβού για τις επόμενες ημέρες. Πριν από την επόμενη σίτιση (μετά από δύο ή τρεις ημέρες), η ταΐστρα με την εναπομείνασα τροφή αφαιρούνταν από τον κλωβό και αφού

απομακρύνονταν τα περιττώματα των σαλιγκαριών που υπήρχαν σε αυτή, τοποθετούνταν μέσα σε κλίβανο θερμοκρασίας 60 °C μέχρι σταθερού βάρους, ώστε να αφαιρεθεί η υγρασία τους. Κατόπιν, η ταΐστρα με την εναπομείνασα τροφή επαναζυγίζονταν ώστε να υπολογισθεί η τροφή (επί ξηρής βάσης) που δεν καταναλώθηκε από τα σαλιγκάρια (εναπομείνασα τροφή). Με τον παραπάνω τρόπο υπολογίζονταν η ποσότητα τροφής που κατανάλωναν τα σαλιγκάρια σε κάθε γεύμα. Πριν τη χορήγηση του επόμενου γεύματος οι κλωβοί πλένονταν με νερό, ώστε να απομακρυνθούν τα περιττώματα και η βλέννα, έπειτα ζυγίζονταν η νέα ποσότητα τροφής για το επόμενο γεύμα σε νέα προζυγισμένη ταΐστρα μέσα στον κλωβό κ.ο.κ.

2.4 Δειγματοληψίες - μετρήσεις βάρους

Κατά τη διάρκεια του πειράματος πραγματοποιήθηκαν πέντε μετρήσεις του ολικού (σωματικού και κελύφους) βάρους των σαλιγκαριών και καταγράφηκε η ανάπτυξη των σαλιγκαριών σε διαφορετικές χρονικές περιόδους του πειράματος. Η 1^η μέτρηση έγινε ατομικά για κάθε σαλιγκάρι κατά την έναρξη του πειράματος στις 15-02-2011, η 2^η μέτρηση ήταν ομαδική (συνολική βιομάζα κλουβιού) και πραγματοποιήθηκε μετά από 15 ημέρες στις 2-03-2011, κλείνοντας 30 ημέρες εκτροφής πραγματοποιήθηκε η 3^η ατομική μέτρηση στις 17-03-2011, στις 31-03-2011 μετά από 44 ημέρες εκτροφής

Πίνακας 1: Σύσταση σε πρώτες ύλες και χημική σύσταση % ως έχει των πειραματικών σιτηρεσίων.

Σύσταση πρώτων υλών	A(P10-L0)	B(P14-L0)	Γ(P10-L5)	Δ(P14-L5)	E(P10-L10)	ΣΤ(P14-L10)
Σόγια, άλευρο	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Σιτάρι, άλευρο	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Αραβόσιτος, άλευρο	53,3	45,5	47,4	39,6	41,5	33,7
Γλουτένη αραβόσιτου	0,9	8,8	1,8	9,7	2,7	10,5
Φυτικό έλαιο	0,0	0,0	5,0	5,0	10,0	10,0
Μαρμαρόσκονη	11,3	11,3	11,3	11,3	11,2	11,3
Φωσφορικό μονασβέστιο	8,5	8,5	8,6	8,5	8,6	8,6
NaCl	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Βιταμίνες-ανόργανα στοιχεία πρόμιγμα	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Χημική σύσταση						
Ξηρή ουσία (%)	89,59 ± 0,06 ^a	90,44 ± 0,4 ^{ab}	90,63 ± 0,5 ^{ab}	91,57 ± 0,3 ^b	90,63 ± 0,9 ^{ab}	91,79 ± 0,07 ^b
Ενέργεια (Kcal/g, εκτίμηση)	3,20	3,28	3,49	3,66	3,77	3,90
Ολικές πρωτεΐνες (%)	8,88 ± 0,6 ^a	13,35 ± 0,5 ^b	10,43 ± 0,7 ^a	14,15 ± 0,19 ^b	10,33 ± 0,6 ^a	14,17 ± 0,55 ^b
Ολικά λιπίδια (%)	1,62 ± 0,04 ^a	1,38 ± 0,03 ^a	6,07 ± 0,09 ^b	6,96 ± 0,04 ^c	11,86 ± 0,04 ^d	11,81 ± 0,10 ^d
Ινώδεις ουσίες (% , εκτίμηση)	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9
Τέφρα (%)	16,93 ± 0,42	17,32 ± 0,29	17,39 ± 0,24	16,99 ± 0,16	18,09 ± 0,40	15,5 ± 0,08
Υδατάνθρακες (% , εκτίμηση)	62,15	58,38	56,73	53,47	50,34	48,30
Λυσίνη (% , εκτίμηση)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Μεθειονίνη (% , εκτίμηση)	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3
Θρεονίνη (% , εκτίμηση)	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5
Ασβέστιο (% , εκτίμηση)	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Φώσφορος (% , εκτίμηση)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

Σημ.: Οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους ± τυπική απόκλιση (n=3). Οι τιμές μεταξύ των ομάδων που φέρουν διαφορετικό εκθέτη δηλώνει στατιστικά σημαντική διαφορά (P<0,05). Η Ενέργεια εκτιμήθηκε ως άθροισμα των επί μέρους ολικών ενεργειών που αποδίδει κάθε θρεπτικό συστατικό σύμφωνα με τους συντελεστές 23,6, 39,5 και 17,2 για τις πρωτεΐνες, τα λιπίδια και τους υδατάνθρακες, αντίστοιχα.

πραγματοποιήθηκε η 4^η ομαδική μέτρηση, ενώ η τελική 5^η ατομική μέτρηση έγινε στο κλείσιμο του πειράματος στις 20-04-2011.

Η συνολική διάρκεια του πειράματος διατροφής ήταν 64 ημέρες. Κατά τη διαδικασία μέτρησης του βάρους των σαλιγκαριών ζυγίζονταν το κάθε άτομο ξεχωριστά και τοποθετούνταν πάλι στους ίδιους κλωβούς.

Την τελευταία ημέρα του πειράματος, ζυγίστηκαν τα σαλιγκάρια και μετρήθηκε η διάμετρος των κελυφών. Έπειτα, συνθλίβοντας προσεκτικά το κέλυφος, τα σαλιγκάρια αποκελυφοποιήθηκαν και τα σώματα αποθηκεύτηκαν σε κατάψυξη -20 °C μέχρι τη διενέργεια των χημικών τους αναλύσεων.

2.5 Χημικές αναλύσεις

2.5.1 Προσδιορισμός ξηρής ουσίας

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

$$W_{\text{ξηρού δείγματος}} = W_{\text{δείγματος \& δισκίου μετά την αποξήρανση}} - W_{\text{δισκίου}}$$

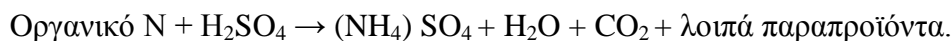
$$\text{Ξηρή Ουσία (\%)} = (W_{\text{ξηρού δείγματος}} / W_{\text{αρχικού δείγματος}}) \times 100$$

2.5.2 Προσδιορισμός αζωτούχων ενώσεων

Ο προσδιορισμός των αζωτούχων ενώσεων (ολικών πρωτεϊνών) των σιτηρεσίων και των σωμάτων των σαλιγκαριών πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο προσδιορισμού

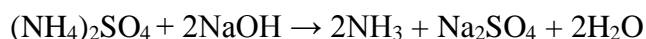
αζωτούχων ενώσεων Kjeldahl. Αρχικά, με τη βοήθεια ενός μικρού κομματιού από αλουμινόχαρτο που τοποθετήθηκε πάνω στο ζυγό ακριβείας ζυγίστηκαν 200 mg κάθε δείγματος και καταγράφηκαν τα βάρη τους. Κατόπιν όλα τα δείγματα μεταφέρθηκαν σε ειδικές φιάλες βρασμού της συσκευής Kjeldahl.

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



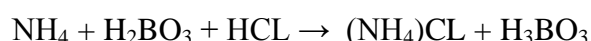
Έτσι, σε κάθε φιάλη βρασμού προστέθηκαν, χρησιμοποιώντας τον ειδικό δοσομετρητή, 15ml πυκνού H_2SO_4 και 2 ταμπλέτες καταλύτη Kjeldahl (περιείχε θείο) για να επιταχύνει την αντίδραση. Οι φιάλες βρασμού τοποθετήθηκαν σε ειδική συσκευή πέψης που ήταν τοποθετημένη σε απαγωγό και τα δείγματα αφέθηκαν να χωνευτούν στους 150 °C για 85 min. Τα δείγματα αφέθηκαν να κρυώσουν για περίπου 30 min αφήνοντας σε λειτουργία την παγίδα αερίων και τον απαγωγό.

Κατόπιν, ακολούθησε η διαδικασία της απόσταξης κατά την οποία το θειικό αμμώνιο αντιδρά με υδροξείδιο του νατρίου και αποδεσμεύεται αμμωνία (σε αέρια μορφή) και θειικό νάτριο. Η αμμωνία έπειτα αντιδρά με βορικό οξύ και το άζωτο του δείγματος δεσμεύεται σε μορφή βορικού αμμωνίου, σύμφωνα με τις εξής αντιδράσεις:



Για τη διαδικασία της απόσταξης, τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε ειδική συσκευή απόσταξης. Σε κάθε δείγμα προστέθηκαν 100 ml απεσταγμένου H_2O , 80 ml

ΝΑΟΗ και 50 ml H₂ΒΟ₃. Ο συνολικός χρόνος της απόσταξης κάθε δείγματος ήταν 6 min. Το βορικό αμμώνιο συγκεντρώνονταν σε κωνική φιάλη που περιείχε 4 σταγόνες ενός δείκτη pH (κυανούν του μεθυλενίου). Έπειτα ακολούθησε η διαδικασία της τιτλοδότησης κατά την οποία το βορικό αμμώνιο τιτλοδοτείται με υδροχλωρικό οξύ χρησιμοποιώντας τον δείκτη pH για το τελικό σημείο της παρακάτω χημικής αντίδρασης:



Η συγκέντρωση (σε moles) των ιόντων υδρογόνου που απαιτούνται για να καταλύσουν την αντίδραση έως το τελικό σημείο ισοδυναμεί με τη συγκέντρωση του αζώτου που περιέχει το δείγμα. Έτσι, η κωνική φιάλη που περιείχε βορικό αμμώνιο τοποθετήθηκε σε θέση συνεχούς ανακίνησης και προσθέτονταν σε αυτήν με αργό ρυθμό καταγεγραμμένη ποσότητα δεκατοκανονικού διαλύματος (0,1N) ΗC1. Η αλλαγή του χρώματος στο διάλυμα ομολογούσε το τελικό σημείο της αντίδρασης. Η περιεκτικότητα του δείγματος σε άζωτο (N%) υπολογίστηκε από τη σχέση :

$$\text{N}\% = (\text{ml HC1} - \text{ml κενού}) \times \text{N δ/τος HC1} \times 0,014007 \times 100 / \text{Βάρος δείγματος (g)}$$

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

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

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

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

2.5.3 Προσδιορισμός ολικών λιπιδίων

Ο προσδιορισμός των ολικών λιπιδίων των σιτηρεσίων έγινε με τη μέθοδο Soxhlet. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν γυάλινα δοχεία εκχύλισης, στα οποία προστέθηκαν 3-4 πέτρες βρασμού, το μικτό βάρος των οποίων προζυγίστηκε σε ζυγό ακριβείας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων. Κατόπιν, σε κάθε γυάλινο δοχείο εκχύλισης τοποθετήθηκε ένα χάρτινο δοχείο ηθμού μέσα στο οποίο προστέθηκε 1g δείγματος. Σε κάθε δοχείο εκχύλισης προστέθηκαν 150 ml πετρελαϊκού αιθέρα με τη βοήθεια ενός ογκομετρικού κυλίνδρου και το χάρτινου δοχείο ηθμού σκεπάστηκε με βαμβάκι για την αποφυγή εκτίναξης του δείγματος κατά τη διάρκεια του βρασμού που θα ακολουθούσε.

Τα γυάλινα δοχεία εκχύλισης με τα δείγματα μεταφέρθηκαν σε ειδική συσκευή εκχύλισης λιπαρών ουσιών (συσκευή Soxhlet). Κατά τη διαδικασία της εκχύλισης, τα δείγματα θερμάνθηκαν στους 150 °C υπό την παρουσία του οργανικού διαλύτη, όπου έλαβε χώρα το πρώτο στάδιο της εκχύλισης. Έπειτα, ο οργανικός διαλύτης απορροφήθηκε και εκπλύθηκε στο δείγμα για 1,5 ώρες, όπου έλαβε χώρα το δεύτερο στάδιο της εκχύλισης. Κατόπιν, απορροφήθηκε ο διαλύτης για 15 λεπτά της ώρας με αποτέλεσμα τα ολικά λιπίδια του δείγματος να παραμείνουν στον πάτο του δοχείου εκχύλισης. Μετά το πέρας της εκχύλισης, τα δοχεία με τα δείγματα μεταφέρθηκαν σε φούρνο στους 75 °C για 20 λεπτά προκειμένου να εξατμιστεί εντελώς ο πετρελαϊκός αιθέρας που τυχόν παρέμεινε στο δείγμα. Στη συνέχεια, τα δοχεία εκχύλισης μεταφέρθηκαν σε ξηραντήρα για 1 h περίπου μέχρι μέτρησης σταθερού βάρους.

Αφού απομακρύνθηκε το χάρτινο δοχείο ηθμού που περιείχε το απολιπασμένο δείγμα, ακολούθησε επαναζύγιση των γυάλινων δοχείων εκχύλισης (που περιείχαν και

τις πέτρες βρασμού) και καταγράφηκε το βάρος τους. Με τη βοήθεια της παρακάτω σχέσης προσδιορίστηκε η περιεκτικότητα των δειγμάτων σε ολικά λιπίδια:

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

2.5.4 Προσδιορισμός τέφρας

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

$$W \text{ αποτεφρωμένου δείγματος} = W \text{ μικτού αποτεφρωμένου δείγματος \& δισκίου} - W \text{ δισκίου}$$

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

2.6 Παράμετροι αύξησης και αξιοποίησης της τροφής

2.6.1 Αύξηση ολικού βάρους σαλιγκαριών

Ως ολικό βάρος στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή θα αναφέρεται το συνολικό βάρος σώματος συμπεριλαμβανομένου και του κελύφους. Μία από τις παραμέτρους αύξησης είναι η αύξηση του ολικού βάρους, δηλαδή το καθαρό βάρος σώματος και κελύφους που αποκτήθηκε από τα σαλιγκάρια κατά τη διάρκεια του πειράματος και υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$\text{Αύξηση ολικού βάρους (g)} = W_t (\text{τελικό βάρος}) - W_i (\text{αρχικό βάρος})$$

Να σημειωθεί ότι η αύξηση του ολικού βάρους πέραν του αρχικού υπολογίστηκε 2 φορές ατομικά και 2 φορές ομαδικά για κάθε ζωντανό σαλιγκάρι, σε τέσσερις χρονικές στιγμές του πειράματος, όπως περιγράφηκε σε προηγούμενη ενότητα.

2.6.2 Ποσοστό αύξησης ολικού βάρους

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

$$\text{Ποσοστό αύξησης βάρους (\%)} = [\text{Wt (τελικό βάρος)} - \text{Wi (αρχικό βάρος)}] \times 100$$

2.6.3 Ημερήσια αύξηση

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

$$\text{Ημερήσια αύξηση (g)} = \text{Wt} - \text{Wi} / \text{σύνολο ημερών του πειράματος}$$

2.6.4 Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης

Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR) εκφράζει την εκατοστιαία ημερήσια αύξηση του ολικού βάρους του σαλιγκαριού σε σχέση με το αρχικό βάρος στο χρονικό διάστημα που σιτίστηκε και δίνεται από τη παρακάτω σχέση:

$$\text{Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR, σε \% / ημέρα)} = 100 \times (\text{Ln Wt} - \text{Ln Wi}) / \text{ημέρες σίτισης}$$

Όπου, LnWt = ο φυσικός λογάριθμος του τελικού ολικού βάρους,

LnWi = ο φυσικός λογάριθμος του αρχικού ολικού βάρους.

2.6.5 Συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής

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

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

2.7 Στατιστική ανάλυση

Τα δεδομένα της χημικής σύστασης των πειραματικών σιτηρεσίων, καθώς και των διαφόρων παραμέτρων αύξησης των σαλιγκαριών και αξιοποίησης των τροφών επεξεργάστηκαν με την μέθοδο της Ανάλυσης της Διακύμανσης Διπλής Κατεύθυνσης (2-Way ANOVA) και οι διαφορές κρίθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$.

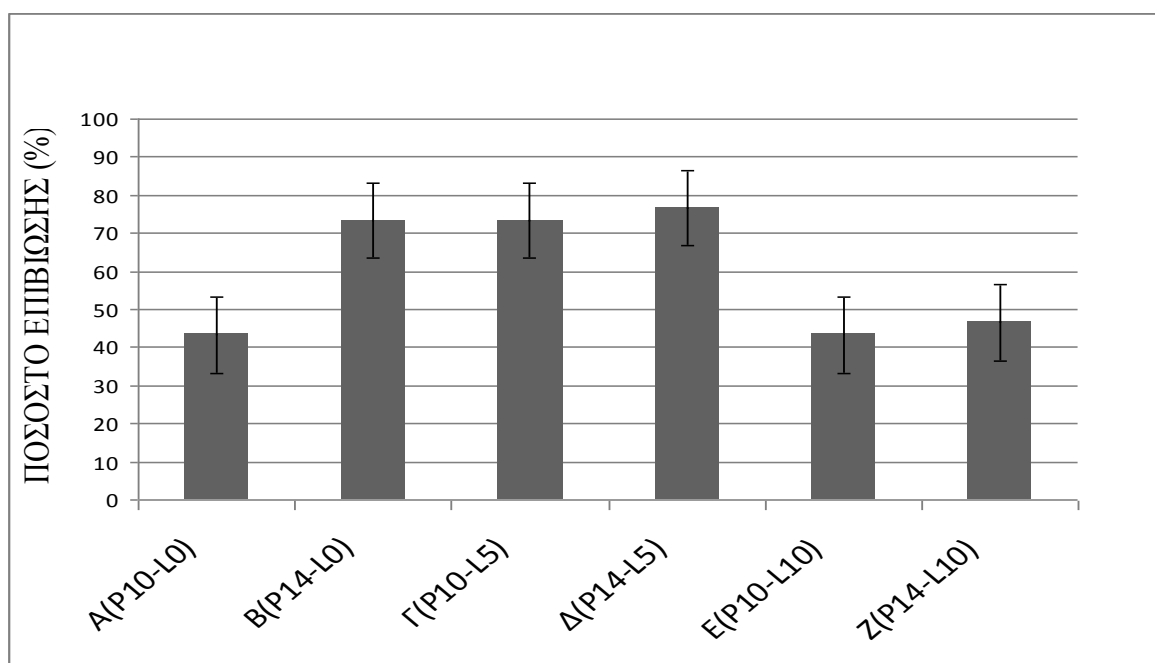
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1 Επιβίωση

Κατά τη διάρκεια του πειράματος παρατηρήθηκε θνησιμότητα σε όλες τις ομάδες των σαλιγκαριών (Σχ. 1). Το ποσοστό επιβίωσης των σαλιγκαριών στην ομάδα Α (P10-L0) ήταν $43,33 \pm 5,77$ %, (μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση) στην ομάδα Β (P14-L0) ήταν $73,33 \pm 20,82$ %, στην ομάδα Γ (P10-L5) ήταν $73,33 \pm 5,77$ %, στην ομάδα Δ (P14-L5) ήταν $76,67 \pm 15,28$ %, στην ομάδα Ε (P10-L10) ήταν $43,33 \pm 5,77$ % και στην ομάδα ΣΤ (P14-L10) ήταν $46,67 \pm 15,28$ %. Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων με τη μέθοδο 2-Way ANOVA έδειξε ότι την μεγαλύτερη επιβίωση την είχαν οι ομάδες με περιεκτικότητα λίπους 6,5% και την μικρότερη επιβίωση τη είχαν οι ομάδες με την περιεκτικότητα λίπους 11%. Υψηλά ποσοστά θνησιμότητας έχουν παρατηρηθεί και σε παλαιότερο πείραμα που έχει διεξαχθεί στο Εργαστήριο του Τμήματος (Σαββάκης 2010). Αυτό θα μπορούσε να οφείλεται στο γενετικό υλικό. Για παράδειγμα ο γόνος που χρησιμοποιήθηκε στο παρόν διατροφικό πείραμα προέρχονταν από γεννήτορες που έχουν γεννήσει αρκετές φορές, με αποτέλεσμα να έχουν πιθανώς μειωμένη απόδοση.

Μια άλλη πιθανή αιτία της θνησιμότητάς τους θα μπορούσε να είναι κάποιος παθογόνος παράγοντας, ο οποίος εισβάλλει στον πληθυσμό τους και επιφέρει το θάνατο. Γενικά, οι ασθένειες των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών δεν είναι γνωστές και στη συγκεκριμένη εργασία δεν εξετάστηκαν τα ακριβή αίτια θνησιμότητας των σαλιγκαριών. Θα μπορούσε να ειπωθεί ότι οι χειρισμοί, όπως η καθαριότητα των κλουβιών και των σαλιγκαριών, καταπονούσαν τα σαλιγκάρια με αποτέλεσμα τον θάνατο των αδύναμων σαλιγκαριών. Ωστόσο, οι χειρισμοί πραγματοποιούνταν με ιδιαίτερη προσοχή τρεις φορές την εβδομάδα, ώστε να αποφευχθεί οποιαδήποτε

παρουσία μούχλας στην τροφή. Εξάλλου, στο διατροφικό πείραμα των Καραπαναγιωτίδη και συν. (2011), όπου η σίτηση και ο καθαρισμός των κλουβιών πραγματοποιούνταν τρεις φορές την εβδομάδα, όπως έγινε και στο παρόν πείραμα, δεν παρατηρήθηκε κάποια επιμόλυνση της τροφής και οι θνησιμότητες ήταν μικρότερες από 5% (προσωπική επικοινωνία). Αξίζει, επίσης, να αναφερθεί ότι κατά τη διάρκεια των χειρισμών αποφεύγονταν η επαφή των σαλιγκαριών με το νερό ώστε να αποφευχθεί πιθανός πνιγμός τους.



Σχήμα 1: Επιβίωση (%) των σαλιγκαριών στη διάρκεια του πειράματος.

3.2 Παράμετροι αύξησης σαλιγκαριών και αξιοποίησης σιτηρεσίων

Το μέσο αρχικό ατομικό βάρος των σαλιγκαριών πριν την έναρξη του πειράματος ήταν $0,15 \pm 0,03\text{g}$ (μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση). Το μέσο ολικό βάρος των σαλιγκαριών 15 ημέρες μετά την έναρξη του πειράματος για την ομάδα A (P10-L0) ήταν $0,27\text{g} \pm 0,01\text{g}$, για την ομάδα B (P14-L0) ήταν $0,25\text{g} \pm 0,00\text{g}$, για τη ομάδα Γ

(P10-L5) ήταν $0,24\text{g} \pm 0,01\text{g}$, για την ομάδα Δ (P14-L5) ήταν $0,24\text{g} \pm 0,01\text{g}$, για την ομάδα Ε (P10-L10) ήταν $0,21\text{g} \pm 0,01\text{g}$ και για την ομάδα ΣΤ (P14-L10) ήταν $0,22\text{g} \pm 0,01\text{g}$ (Πιν. 2). Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων με τη μέθοδο 2-Way ANOVA έδειξε ότι η αλληλεπίδραση της διαιτητικής πρωτεΐνης (10%-14%) με το διαιτητικό λίπος (11%) επηρέασε σημαντικά το βάρος των σαλιγκαριών στις ομάδες Ε (P10-L10) και ΣΤ (P14-L10) ($P < 0,05$), επίσης, η μεμονωμένη επίδραση του διαιτητικού λίπους (6,5%) επηρέασε τις ομάδες Γ (P10-L5) και Δ (P14-L5), όπως και η αύξηση της πρωτεΐνης από 10% σε 14% επηρέασε ελαφρώς την αύξηση του βάρους ($P > 0,05$). Αυτό σημαίνει ότι τόσο η αύξηση του διαιτητικού λίπους από 1,5% σε 6,5%, όσο και από 6,5% σε 11% οδηγεί σε μειωμένη ανάπτυξη των σαλιγκαριών τις πρώτες δύο εβδομάδες διατροφής τους.

Στον Πίνακα 2 δίνεται η μέση ατομική ημερήσια ανάπτυξη των σαλιγκαριών των έξι διατροφικών μεταχειρίσεων μετά από 15 ημέρες εκτροφής. Έτσι, για την ομάδα Α (P10-L0) ήταν $9,02\text{mg} \pm 0,42\text{mg}$, για την ομάδα Β (P14-L0) ήταν $6,84\text{mg} \pm 0,47\text{mg}$, για την ομάδα Γ (P10-L5) ήταν $6,84\text{mg} \pm 0,47\text{mg}$, για την ομάδα Δ (P14-L5) ήταν $5,86\text{mg} \pm 0,52\text{mg}$, για την ομάδα Ε (P10-L10) ήταν $3,75\text{mg} \pm 0,70\text{mg}$ και για την ομάδα ΣΤ (P14-L10) ήταν $5,22\text{mg} \pm 1,10\text{mg}$. Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR) των σαλιγκαριών στις πρώτες 15 ημέρες εκτροφής για την ομάδα Α (P10-L0) ήταν $4,46 \pm 0,20\%/ \text{ημέρα}$, για την ομάδα Β (P14-L0) ήταν $3,54 \pm 0,22\%/ \text{ημέρα}$, για την ομάδα Γ (P10-L5) ήταν $3,25 \pm 0,44\%/ \text{ημέρα}$, για την ομάδα Δ (P14-L5) ήταν $3,09 \pm 0,21\%/ \text{ημέρα}$, για την ομάδα Ε (P10-L10) ήταν $2,12 \pm 0,34\%/ \text{ημέρα}$ και τέλος για την ομάδα ΣΤ (P14-L10) ήταν $2,82 \pm 0,52\%/ \text{ημέρα}$ (Πιν.2).

Πίνακας 2: Παράμετροι αύξησης και αποδοτικότητα σιτηρεσίων μετά από 15 ημέρες διεξαγωγής του πειράματος.

Παράμετροι/ομάδες	A (P10-L0)	B (P14-L0)	Γ (P10-L5)	Δ (P14-L5)	E (P10-L10)	ΣΤ (P14-L10)
Αρχικό βάρος (g)	0,14 ± 0,03 ^a	0,15 ± 0,03 ^a	0,15 ± 0,04 ^a	0,15 ± 0,04 ^a	0,15 ± 0,04 ^a	0,15 ± 0,03 ^a
Τελικό βάρος (g)	0,27 ± 0,01 ^c	0,25 ± 0,00 ^c	0,24 ± 0,01 ^b	0,24 ± 0,01 ^b	0,21 ± 0,01 ^a	0,22 ± 0,01 ^a
Αύξηση βάρους (g)	0,14 ± 0,01 ^c	0,10 ± 0,01 ^c	0,09 ± 0,02 ^b	0,09 ± 0,01 ^b	0,06 ± 0,01 ^a	0,08 ± 0,02 ^a
Αύξηση βάρους (%)	95,4 ± 5,6 ^c	70,4 ± 5,6 ^c	63,1 ± 10,8 ^b	59,1 ± 5,2 ^b	37,6 ± 7,1 ^a	53,2 ± 12,2 ^a
Ημερήσια ανάπτυξη (mg)	9,02 ± 0,42 ^c	6,84 ± 0,47 ^c	6,84 ± 0,47 ^b	5,86 ± 0,52 ^b	3,75 ± 0,70 ^a	5,22 ± 1,10 ^a
SGR (%)	4,46 ± 0,20 ^c	3,54 ± 0,22 ^c	3,25 ± 0,44 ^b	3,09 ± 0,21 ^b	2,12 ± 0,34 ^a	2,82 ± 0,52 ^a
FCR (%)	2,16 ± 0,09 ^a	1,79 ± 0,39 ^a	2,04 ± 0,42 ^a	1,49 ± 0,06 ^a	1,84 ± 0,24 ^a	1,44 ± 0,32 ^a
Ατομική ημερήσια κατανάλωση (mg)	48,20 ± 14,57 ^c	30,94 ± 13,3 ^c	29,57 ± 6,48 ^b	21,22 ± 4,91 ^b	17,0 ± 3,00 ^a	18,22 ± 4,26 ^a

Σημ. οι τιμές μεταξύ των ομάδων που φέρουν διαφορετικό εκθέτη δηλώνει στατιστικά σημαντική διαφορά (P<0,05).

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων για την ημερήσια ανάπτυξη των σαλιγκαριών και για τον ειδικό ρυθμό ανάπτυξης τους με τη μέθοδο 2-Way ANOVA έδειξε ότι η αλληλεπίδραση της διαιτητικής πρωτεΐνης και του διαιτητικού λίπους στις ομάδες Ε (P10-L10) και ΣΤ (P14-L10) ($P < 0,05$) μείωσε σημαντικά την ημερήσια ανάπτυξη των σαλιγκαριών και τον ειδικό ρυθμό ανάπτυξης τους. Επίσης η μεμονωμένη επίδραση του διαιτητικού λίπους στις ομάδες Γ (P10-L5) και Δ (P14-L5) ($P < 0,05$) μείωσε την ημερήσια ανάπτυξη και τον ειδικό ρυθμό ανάπτυξης τους. Αυτό σημαίνει ότι τόσο η αύξηση του διαιτητικού λίπους από 1,5% σε 6,5%, όσο και από 6,5% σε 11% οδήγησε σε μειωμένη ανάπτυξη των σαλιγκαριών. Επίσης, η αύξηση του διαιτητικού επιπέδου της πρωτεΐνης από 10% σε 14% δεν επέφερε αύξηση του σωματικού βάρους.

Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR, %/ημέρα) των σαλιγκαριών, 15 ημέρες μετά την έναρξη της εκτροφής, της Α (P10-L0) ομάδας ήταν $2,16 \pm 0,09\%$ /ημέρα, της Β (P14-L0) ομάδας ήταν $1,79 \pm 0,39\%$ /ημέρα, της Γ (P10-L5) ομάδας ήταν $2,04 \pm 0,42\%$ /ημέρα, της Δ (P14-L5) ομάδας ήταν $1,49 \pm 0,06\%$ /ημέρα, της Ε (P10-L10) ομάδας ήταν $1,84 \pm 0,24\%$ /ημέρα, και της ΣΤ (P14-L10) ομάδας ήταν $1,44 \pm 0,32\%$ /ημέρα (Πιν. 2). Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων για τις δύο εβδομάδες διεξαγωγής του πειράματος δεν έδειξε σημαντικές διαφορές ($P > 0,05$) ανάμεσα στις έξι διατροφικές μεταχειρίσεις.

Η ατομική ημερήσια κατανάλωση τροφής τις πρώτες 15 ημέρες (Πιν. 2) για την Α (P10-L0) ομάδα ήταν $48,20\text{mg} \pm 14,57\text{mg}$, για την Β (P14-L0) ομάδα ήταν $30,94\text{mg} \pm 13,3\text{mg}$, για την Γ (P10-L5) ομάδα ήταν $29,57\text{mg} \pm 6,48\text{mg}$, για την ομάδα Δ (P14-

L5) ήταν $22\text{mg} \pm 4,91\text{mg}$, για την E (P10-L10) ομάδα ήταν $17\text{mg} \pm 3\text{mg}$, και για την ΣΤ (P14-L10) ομάδα ήταν $18,22\text{mg} \pm 4,26\text{mg}$. Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων με τη μέθοδο 2-Way ANOVA έδειξε ότι τα σαλιγκάρια των ομάδων A (P10-L0) και B (P14-L0) κατανάλωσαν περισσότερη ($P < 0,05$) τροφή από τις ομάδες Γ (P10-L5) και Δ (P14-L5) και πολύ περισσότερη τροφή από τις ομάδες E (P10-L10) και ΣΤ (P14-L10). Αυτό σημαίνει ότι αυξάνοντας το λίπος στις τροφές μειώνονταν η κατανάλωση τους.

Την 30^η ημέρα του πειράματος μετρήθηκαν ατομικά τα βάρη των σαλιγκαριών σε όλα τα σιτηρέσια (Πιν. 3). Πιο αναλυτικά, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το μέσο ατομικό βάρος για την ομάδα A (P10-L0) ήταν $0,35\text{g} \pm 0,17\text{g}$, για την ομάδα B (P14-L0) ήταν $0,30\text{g} \pm 0,12\text{g}$, για την ομάδα Γ (P10-L5) ήταν $0,23\text{g} \pm 0,11\text{g}$, για την ομάδα Δ (P14-L5) ήταν $0,25\text{g} \pm 0,08\text{g}$, για την ομάδα E (P10-L10) ήταν $0,24\text{g} \pm 0,09\text{g}$ και για την ομάδα ΣΤ (P14-L10) ήταν $0,25\text{g} \pm 0,11\text{g}$.

Η ημερήσια ανάπτυξη των ατόμων την 30^η ημέρα του πειράματος για την A (P10-L0) ομάδα ήταν $7,15\text{mg} \pm 1,22\text{mg}$, για την B (P14-L0) ομάδα ήταν $5,13\text{mg} \pm 0,71\text{mg}$, για την Γ (P10-L5) ομάδα ήταν $2,71\text{mg} \pm 0,78\text{mg}$, για την Δ (P14-L5) ομάδα ήταν $3,25\text{mg} \pm 0,38\text{mg}$, για την E (P10-L10) ομάδα ήταν $2,88\text{mg} \pm 0,56\text{mg}$ και για την ΣΤ (P14-L10) ομάδα ήταν $3,52\text{mg} \pm 1,28\text{mg}$ (Πιν. 3).

Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR, %/ημέρα) μετά από 30 ημέρες εκτροφής για την ομάδα A (P10-L0) ήταν $3,05 \pm 0,32$, για την ομάδα B (P14-L0) ήταν $2,39 \pm 0,25$, για την ομάδα Γ (P10-L5) ήταν $1,46 \pm 0,36$, για την ομάδα Δ (P14-L5) ήταν $1,67 \pm 0,15$, για την ομάδα E (P10-L10) ήταν $1,51 \pm 0,25$, για την ομάδα ΣΤ (P14-L10) ήταν $1,77 \pm 0,51$ (Πιν. 3). Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων με την μέθοδο 2-Way

Πίνακας 3: Παράμετροι αύξησης και αποδοτικότητας σιτηρεσίων μετά από 30 ημέρες διεξαγωγής του πειράματος.

Παράμετροι /ομάδες	A (P10-L0)	B (P14-L0)	Γ (P10-L5)	Δ (P14-L5)	E (P10-L10)	ΣΤ (P14-L10)
Αρχικό βάρος (g)	0,14 ± 0,03 ^a	0,15 ± 0,03 ^a	0,15 ± 0,04 ^a	0,15 ± 0,04 ^a	0,15 ± 0,04 ^a	0,15 ± 0,03 ^a
Τελικό βάρος (g)	0,35 ± 0,17 ^b	0,30 ± 0,12 ^b	0,23 ± 0,11 ^a	0,25 ± 0,08 ^a	0,24 ± 0,09 ^a	0,25 ± 0,11 ^a
Αύξηση βάρους (g)	0,21 ± 0,04 ^b	0,15 ± 0,02 ^b	0,08 ± 0,02 ^a	0,10 ± 0,01 ^a	0,09 ± 0,02 ^a	0,11 ± 0,04 ^a
Αύξηση βάρους (%)	151,2 ± 25,1 ^b	105,6 ± 15,8 ^b	56,0 ± 16,5 ^a	65,6 ± 7,8 ^a	57,9 ± 11,9 ^a	71,4 ± 25,2 ^a
Ημερήσια αύξηση (mg)	7,15 ± 1,22 ^b	5,13 ± 0,71 ^b	2,71 ± 0,78 ^a	3,25 ± 0,38 ^a	2,88 ± 0,56 ^a	3,52 ± 1,28 ^a
SGR	3,05 ± 0,32 ^b	2,39 ± 0,25 ^b	1,46 ± 0,36 ^a	1,67 ± 0,15 ^a	1,51 ± 0,25 ^a	1,77 ± 0,51 ^a
FCR	3,51 ± 0,13 ^a	2,78 ± 0,08 ^a	5,57 ± 2,62 ^a	3,29 ± 0,31 ^a	4,00 ± 0,57 ^a	4,02 ± 1,49 ^a
Ατομική ημερήσια κατανάλωση (mg)	61,2 ± 17,7 ^b	36,2 ± 12 ^b	29,80 ± 7,98 ^a	24,80 ± 5,63 ^a	24,80 ± 5,97 ^a	26,86 ± 7,78 ^a

Σημ. οι τιμές μεταξύ των ομάδων που φέρουν διαφορετικό εκθέτη δηλώνει στατιστικά σημαντική διαφορά (P<0,05).

ANOVA για το μέσο ατομικό βάρος, την ημερήσια ανάπτυξη και τον ειδικό ρυθμό ανάπτυξης έδειξε ότι το υψηλότερο ($P < 0,05$) ατομικό βάρος των σαλιγκαριών το είχαν οι ομάδες A (P10-L0) και B (P14-L0). Επίσης, η μεμονωμένη επίδραση του διαιτητικού λίπους στις ομάδες Γ (P10-L5) και Δ (P14-L5) επηρέασε την ανάπτυξη των σαλιγκαριών περισσότερο από την αλληλεπίδραση της διαιτητικής πρωτεΐνης και του διαιτητικού λίπους στις ομάδες E (P10-L10) και ΣΤ (P14-L10), χωρίς ωστόσο στατιστικές διαφορές. Αυτό σημαίνει ότι η περιεκτικότητα 6,5% διαιτητικού λίπους στα σιτηρέσια σε συνδυασμό με 10% και 14% διαιτητικής πρωτεΐνης αρκεί για να μειώσει σημαντικά την ανάπτυξη των σαλιγκαριών.

Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR)(%/ημέρα), 30 ημέρες μετά την έναρξη του πειράματος για την ομάδα A (P10-L0) ήταν $3,51 \pm 0,13$, για την ομάδα B (P14-L0) ήταν $2,78 \pm 0,08$, για την ομάδα Γ (P10-L5) ήταν $5,57 \pm 2,62$, για την ομάδα Δ (P14-L5) ήταν $3,29 \pm 0,31$, για την ομάδα E (P10-L10) ήταν $4 \pm 0,57$, για την ομάδα ΣΤ (P14-L10) ήταν $4,02 \pm 1,49$. Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων με την μέθοδο 2-Way ANOVA για τις πρώτες 30 ημέρες του πειράματος δεν έδειξε σημαντικές διαφορές ($P > 0,05$).

Η ατομική ημερήσια κατανάλωση 30 ημέρες μετά την έναρξη του πειράματος για τα σαλιγκάρια της ομάδας A (P10-L0) ήταν $61,2\text{mg} \pm 17,7\text{mg}$, της ομάδας B (P14-L0) ήταν $36,2\text{mg} \pm 12\text{mg}$, της ομάδας Γ (P10-L5) ήταν $29,8\text{mg} \pm 7,98\text{mg}$, της ομάδας Δ (P14-L5) ήταν $24,8\text{mg} \pm 5,63\text{mg}$, της ομάδας E (P10-L10) ήταν $24,8\text{mg} \pm 5,97\text{mg}$ και της ομάδας ΣΤ (P14-L10) ήταν $26,86\text{mg} \pm 7,78\text{mg}$. Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων με την μέθοδο 2-Way ANOVA έδειξε μεγαλύτερη ($P < 0,05$) κατανάλωση τροφής από τα άτομα των ομάδων A (P10-L0) και B (P14-L0). Αυτό σημαίνει ότι η τροφή με χαμηλή περιεκτικότητα λίπους 1,5% καταναλώνεται περισσότερο από την

τροφή με 6,5 και 11% λίπος. Μετά από 44 ημέρες πραγματοποιήθηκε μέτρηση του συνολικού βάρους (και όχι κάθε ατόμου ξεχωριστά) όλων των σαλιγκαριών κάθε κλωβού για την κάθε ομάδα διατροφικής μεταχείρισης (Πιν. 4). Έτσι, στην 3^η μέτρηση του πειράματος το μέσο ολικό βάρος των ατόμων για την ομάδα Α (P10-L0) ήταν $0,46g \pm 0,01g$, για την ομάδα Β (P14-L0) ήταν $0,34g \pm 0,03g$, για την ομάδα Γ (P10-L5) ήταν $0,27g \pm 0,03g$, για την ομάδα Δ (P14-L5) ήταν $0,29g \pm 0,01g$, για την ομάδα Ε (P10-L10) ήταν $0,26g \pm 0,02g$ και για την ομάδα ΣΤ (P14-L10) ήταν $0,27g \pm 0,02g$ (Πιν. 4).

Όσον αφορά τη ατομική ημερήσια ανάπτυξη για την ομάδα Α (P10-L0) ήταν $7,37mg \pm 0,34mg$, για την ομάδα Β (P14-L0) ήταν $4,48mg \pm 0,95mg$, για την ομάδα Γ (P10-L5) ήταν $2,90mg \pm 0,87mg$, για την ομάδα Δ (P14-L5) ήταν $3,28 mg \pm 0,34mg$, για την ομάδα Ε (P10-L10) ήταν $2,72mg \pm 0,62mg$, για την ομάδα ΣΤ (P14-L10) ήταν $2,47mg \pm 0,52mg$ (Πιν. 4).

Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR, %/ημέρες) μετά από 44 ημέρες εκτροφής για την ομάδα Α (P10-L0) ήταν $2,7 \pm 0,09$, για την ομάδα Β (P14-L0) ήταν $1,93 \pm 0,29$, για την ομάδα Γ (P10-L5) ήταν $1,24 \pm 0,20$, για την ομάδα Δ (P14-L5) ήταν $1,53 \pm 0,11$, για την ομάδα Ε (P10-L10) ήταν $1,32 \pm 0,23$ και για την ομάδα ΣΤ (P14-L10) ήταν $1,42 \pm 0,3$ (Πιν.4). Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων με την μέθοδο 2-Way ANOVA για την αύξηση του βάρους, την ημερήσια ανάπτυξη και τον ειδικό ρυθμό ανάπτυξης έδειξε ότι η αλληλεπίδραση της διαιτητικής πρωτεΐνης με το διαιτητικό λίπος των σιτηρεσίων επηρεάζουν την μείωση του βάρους των σαλιγκαριών στις ομάδες Ε (P10-L10) και ΣΤ (P14-L10). Ωστόσο, η επίδραση του μεμονωμένου λίπους στις ομάδες Γ (P10-L5) και Δ (P14-L5) επηρεάζει ελαφρώς λιγότερο την ανάπτυξη τους ($P > 0,05$). Επίσης, η διαιτητική πρωτεΐνη σε ποσοστό 10% στο σιτηρέσιο Α (P10-L0) φαίνεται ικανοποιητική για την ανάπτυξη των σαλιγκαριών. Συνεπώς η αύξηση

Πίνακας 4: Παράμετροι αύξησης και αποδοτικότητας σιτηρεσίων μετά από 44 ημέρες διεξαγωγής του πειράματος.

Παράμετροι/ομάδες	A (P10-L0)	B (P14-L0)	Γ (P10-L5)	Δ (P14-L5)	E (P10-L10)	ΣΤ (P14-L10)
Αρχικό βάρος (g)	0,14 ± 0,03 ^a	0,15 ± 0,03 ^a	0,15 ± 0,04 ^a	0,15 ± 0,04 ^a	0,15 ± 0,04 ^a	0,15 ± 0,03 ^a
Τελικό βάρος (g)	0,46 ± 0,01 ^b	0,34 ± 0,03 ^b	0,27 ± 0,03 ^a	0,29 ± 0,01 ^a	0,27 ± 0,02 ^a	0,26 ± 0,02 ^a
Αύξηση βάρους (g)	0,32 ± 0,02 ^b	0,20 ± 0,04 ^b	0,13 ± 0,04 ^a	0,14 ± 0,02 ^a	0,12 ± 0,03 ^a	0,11 ± 0,02 ^a
Αύξηση βάρους (%)	228,8 ± 14,2 ^b	135,4 ± 30 ^b	88,2 ± 27 ^a	96,9 ± 10,3 ^a	80,1 ± 19,1 ^a	73,74 ± 15,08 ^a
Ημερήσια αύξηση (mg)	7,37 ± 0,34 ^b	4,4 ± 0,95 ^b	2,90 ± 0,87 ^a	3,28 ± 0,34 ^a	2,72 ± 0,62 ^a	2,47 ± 0,52 ^a
SGR	2,7 ± 0,09 ^b	1,93 ± 0,29 ^b	1,42 ± 0,33 ^a	1,53 ± 0,11 ^a	1,32 ± 0,23 ^a	1,24 ± 0,20 ^a
FCR	5,19 ± 0,09 ^a	3,87 ± 0,75 ^a	6,17 ± 2,13 ^a	4,06 ± 0,13 ^a	6,10 ± 2,00 ^a	7,30 ± 3,43 ^a
Ατομική ημερήσια κατανάλωση (mg)	62,95 ± 17,2 ^b	36,4 ± 12,9 ^b	31,8 ± 9,84 ^a	28,05 ± 14,9 ^a	26,65 ± 8,38 ^a	26,83 ± 9,19 ^a

Σημ. οι τιμές μεταξύ των ομάδων που φέρουν διαφορετικό εκθέτη δηλώνει στατιστικά σημαντική διαφορά (P<0,05).

του λίπους από 6,5% και πάνω, όπως και η αύξηση της πρωτεΐνης στο 14% επηρεάζουν την ανάπτυξη των σαλιγκαριών.

Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) (%/ημέρες) για τις 44 ημέρες εκτροφής των σαλιγκαριών για την ομάδα Α (P10-L0) ήταν $5,19 \pm 0,09$, για την ομάδα Β (P14-L0) ήταν $3,87 \pm 0,75$, για την ομάδα Γ (P10-L5) ήταν $6,17 \pm 2,13$, για την ομάδα Δ (P14-L5) ήταν $4,06 \pm 0,13$, για την ομάδα Ε (P10-L10) ήταν $6,10 \pm 2,00$, για την ομάδα ΣΤ (P14-L10) ήταν $7,30 \pm 3,43$. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε σημαντικές διαφορές στη δεδομένη χρονική στιγμή.

Στις 44 ημέρες εκτροφής, η ατομική ημερήσια κατανάλωση τροφής για τα σαλιγκάρια της Α (P10-L0) ομάδας ήταν $62,95\text{mg} \pm 17,2\text{mg}$, για τα σαλιγκάρια της Β (P14-L0) ομάδας ήταν $36,4 \text{ mg} \pm 12,95\text{mg}$, για τα σαλιγκάρια της Γ (P10-L5) ομάδας ήταν $31,85\text{mg} \pm 9,84\text{mg}$, για τα σαλιγκάρια της Δ (P14-L5) ομάδας ήταν $28,05\text{mg} \pm 14,9\text{mg}$, για τα σαλιγκάρια της Ε (P10-L10) ομάδας ήταν $26,65\text{mg} \pm 8,38\text{mg}$, για τα σαλιγκάρια της ΣΤ (P14-L10) ομάδας ήταν $26,83\text{mg} \pm 9,19\text{mg}$ (Πιν. 4). Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έδειξε μεγαλύτερη ($P < 0,05$) κατανάλωση τροφής από τα άτομα των ομάδων Α (P10-L0) και Β (P14-L0) συγκριτικά με τις υπόλοιπες ομάδες.

Το πείραμα ολοκληρώθηκε με την τελευταία μέτρηση κάθε ατόμου ξεχωριστά που έγινε την 64^η ημέρα εκτροφής των σαλιγκαριών. Πιο αναλυτικά, το μέσο ατομικό βάρος για την ομάδα Α (P10-L0) ήταν $0,53\text{g} \pm 0,20\text{g}$, για την ομάδα Β (P14-L0) ήταν $0,36\text{g} \pm 0,21\text{g}$, για την ομάδα Γ (P10-L5) ήταν $0,26\text{g} \pm 0,12\text{g}$, για την ομάδα Δ (P14-L5) ήταν $0,27\text{g} \pm 0,09\text{g}$, για την ομάδα Ε (P10-L10) ήταν $0,27\text{g} \pm 0,11\text{g}$, για την ομάδα ΣΤ (P14-L10) ήταν $0,24\text{g} \pm 0,12\text{g}$ (Πιν. 5). Αντίστοιχα, τα σαλιγκάρια που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο Α (P10-L0) αυξήθηκαν σε σχέση με το αρχικό τους βάρος κατά $281,08 \pm 65,11\%$ και τα σαλιγκάρια του σιτηρεσίου Β (P14-L0) κατά $163 \pm 89,26\%$. Τα ποσοστά

Πίνακας 5: Παράμετροι αύξησης και αποδοτικότητας σιτηρεσίων μετά από 64 ημέρες διεξαγωγής του πειράματος.

Παράμετροι / ομάδες	A (P10-L0)	B (P14-L0)	Γ (P10-L5)	Δ (P14-L5)	E (P10-L10)	ΣΤ (P14-L10)
Αρχικό βάρος (g)	0,14 ± 0,03 ^a	0,15 ± 0,03 ^a	0,15 ± 0,04 ^a	0,15 ± 0,04 ^a	0,15 ± 0,04 ^a	0,15 ± 0,03 ^a
Τελικό βάρος (g)	0,53 ± 0,20 ^b	0,36 ± 0,21 ^b	0,26 ± 0,12 ^a	0,27 ± 0,09 ^a	0,27 ± 0,11 ^a	0,24 ± 0,12 ^a
Αύξηση βάρους (g)	0,40 ± 0,09 ^b	0,24 ± 0,13 ^b	0,11 ± 0,04 ^a	0,12 ± 0,02 ^a	0,12 ± 0,05 ^a	0,09 ± 0,02 ^a
Αύξηση βάρους (%)	281,08 ± 65,11 ^b	163 ± 89,26 ^b	79,0 ± 25,87 ^a	81,2 ± 11,6 ^a	82,4 ± 31,7 ^a	58,20 ± 13,38 ^a
Ημερήσια ανάπτυξη (mg)	6,22 ± 1,37 ^b	3,71 ± 2,00 ^b	1,79 ± 0,57 ^a	1,89 ± 0,27 ^a	1,93 ± 0,73 ^a	1,34 ± 0,28 ^a
SGR	2,07 ± 0,28 ^b	1,46 ± 0,5 ^b	0,90 ± 0,23 ^a	0,93 ± 0,1 ^a	0,92 ± 0,27 ^a	0,71 ± 0,13 ^a
FCR	7,14 ± 0,47 ^a	5,46 ± 0,17 ^a	9,68 ± 3,15 ^a	6,83 ± 0,54 ^a	13,02 ± 2,64 ^b	15,95 ± 6,25 ^b
Ατομική ημερήσια κατανάλωση (mg)	74,9 ± 21,1 ^b	44,9 ± 25,8 ^b	43,0 ± 20 ^a	29,6 ± 12,5 ^a	50,0 ± 26,12 ^a	39,8 ± 16,2 ^a

Σημ. οι τιμές μεταξύ των ομάδων που φέρουν διαφορετικό εκθέτη δηλώνει στατιστικά σημαντική διαφορά (P<0,05).

του ολικού βάρους των σαλιγκαριών των δύο αυτών ομάδων ήταν σημαντικά υψηλότερα από τα ποσοστά αύξησης βάρους των υπολοίπων ομάδων που κυμάνθηκαν από 58,2% έως 82,4 % (Πιν. 5).

Η μέση ημερήσια ανάπτυξη των σαλιγκαριών για την ομάδα Α (P10-L0) ήταν $6,22\text{mg} \pm 1,37\text{mg}$, για την ομάδα Β (P14-L0) ήταν $3,71\text{mg} \pm 2,00\text{mg}$, για την ομάδα Γ (P10-L5) ήταν $1,79\text{mg} \pm 0,57\text{mg}$, για την ομάδα Δ (P14-L5) ήταν $1,89\text{mg} \pm 0,27\text{mg}$, για την ομάδα Ε (P10-L10) ήταν $1,93\text{mg} \pm 0,73\text{mg}$ και για την ομάδα ΣΤ (P14-L10) ήταν $1,34\text{mg} \pm 0,28\text{mg}$ (Πιν. 5).

Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR, %/ημέρες) για την ομάδα Α (P10-L0) ήταν $2,07 \pm 0,28$, για την ομάδα Β (P14-L0) ήταν $1,46 \pm 0,5$, για την ομάδα Γ (P10-L5) ήταν $0,90 \pm 0,23$, για την ομάδα Δ (P14-L5) ήταν $0,93 \pm 0,1$, για την ομάδα Ε (P10-L10) ήταν $0,92 \pm 0,27$ και για την ομάδα ΣΤ (P14-L10) ήταν $0,71 \pm 0,13$ (Πιν. 5). Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων στο τέλος του πειράματος με την μέθοδο 2-Way ANOVA για την αύξηση του βάρους, την ημερήσια ανάπτυξη και τον ειδικό ρυθμό ανάπτυξης έδειξε ότι η αλληλεπίδραση της διαιτητικής πρωτεΐνης με το διαιτητικό λίπος των σιτηρεσίων επηρεάζουν την μείωση του βάρους των σαλιγκαριών στις ομάδες Ε (P10-L10) και ΣΤ (P14-L10). Ωστόσο, η επίδραση του μεμονωμένου λίπους στις ομάδες Γ (P10-L5) και Δ (P14-L5) επηρεάζει ελαφρώς λιγότερο την ανάπτυξη τους ($P > 0,05$). Αυτό σημαίνει ότι αυξάνοντας την πρωτεΐνη και το λίπος στο ίδιο σιτηρέσιο μειώνεται εμφανώς η ανάπτυξη, επίσης όταν αυξηθεί μεμονωμένα το λίπος έχουμε μείωση της ανάπτυξης, χωρίς στατιστικές διαφορές, όπως και όταν αυξηθεί μεμονωμένα η πρωτεΐνη.

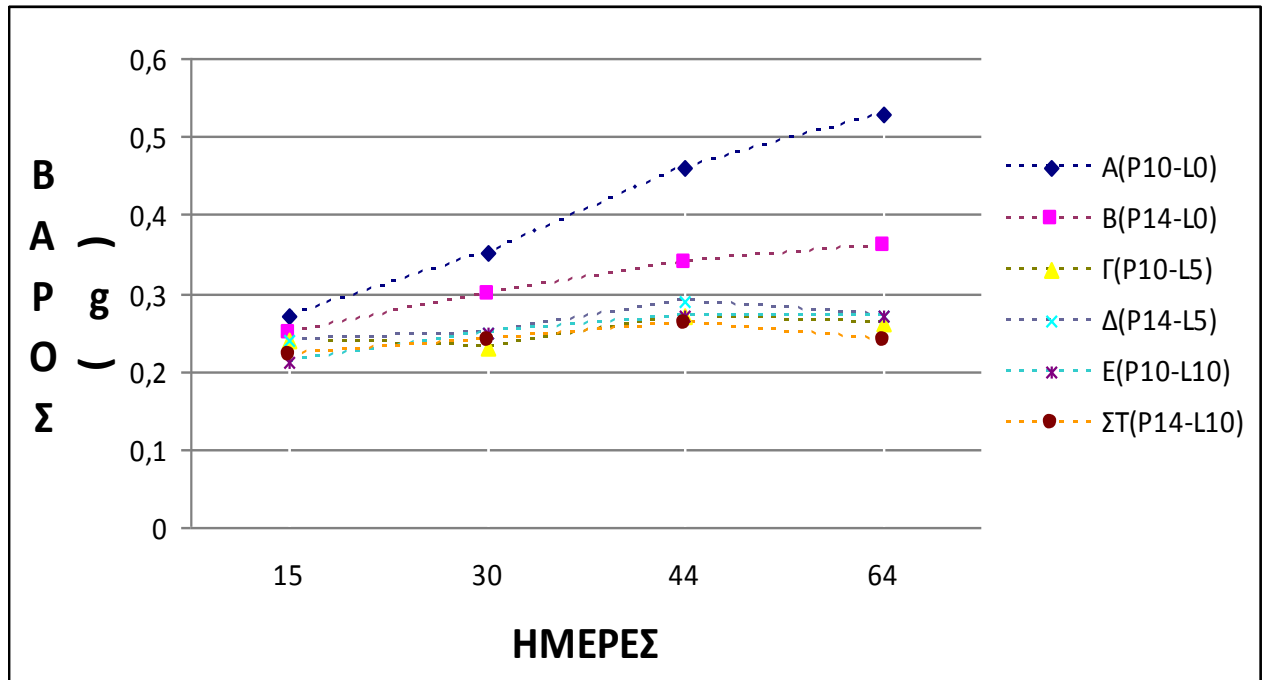
Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR, %/ημέρες), 64 ημέρες μετά την έναρξη του πειράματος, για την ομάδα Α (P10-L0) ήταν $7,14 \pm 0,47$, για την ομάδα

B (P14-L0) ήταν $5,46 \pm 0,17$, για την ομάδα Γ (P10-L5) ήταν $9,68 \pm 3,15$, για την ομάδα Δ (P14-L5) ήταν $6,83 \pm 0,54$, για την ομάδα Ε (P10-L10) ήταν $13,02 \pm 2,64$ και για την ομάδα ΣΤ (P14-L10) ήταν $15,95 \pm 6,25$ (Πιν. 5). Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων στο τέλος του πειράματος έδειξε ότι το FCR ήταν υψηλότερο για την ομάδα Ε (P10-L10) και ΣΤ (P14-L10). Αυτό σημαίνει ότι το επίπεδο λίπους της τάξης του 10% οδηγεί στη χειρότερη αξιοποίηση της τροφής από τα σαλιγκάρια επειδή καταναλώνουν πολύ περισσότερη τροφή για να αυξήσουν το βάρος τους βάρος.

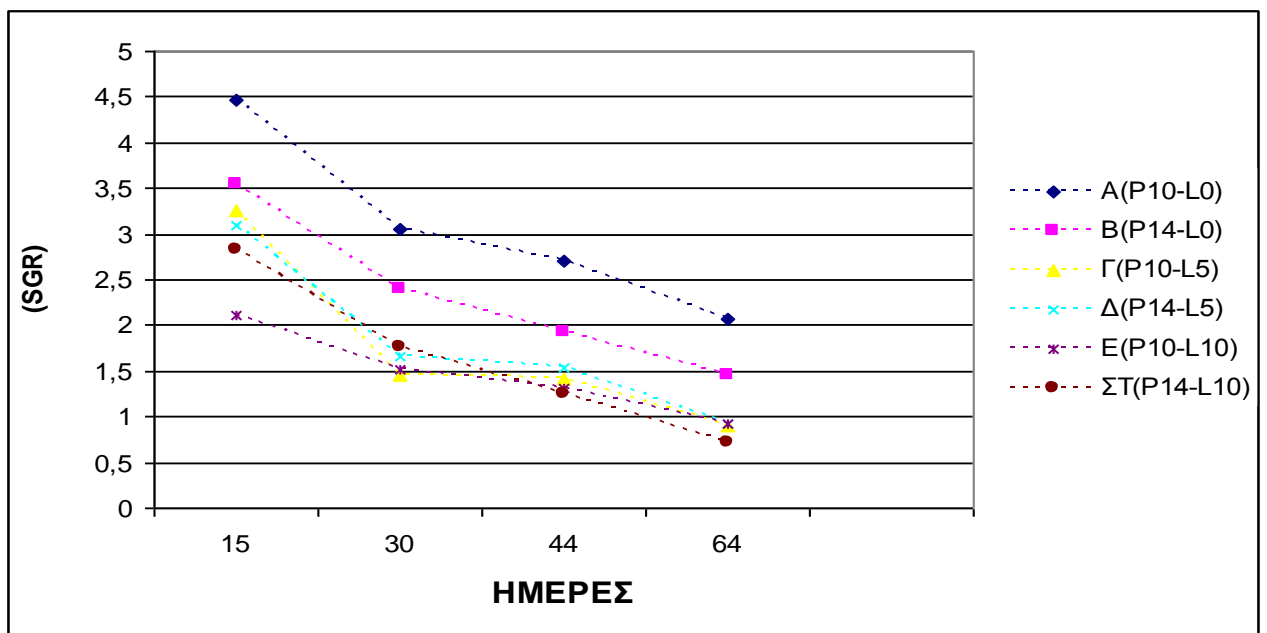
Η ατομική ημερήσια κατανάλωση τροφής για τα σαλιγκάρια της Α (P10-L0) ομάδας ήταν $74,9 \pm 21,1\text{mg}$, για τα σαλιγκάρια της Β (P14-L0) ομάδας ήταν $44,9 \pm 25,8\text{mg}$, για τα σαλιγκάρια της Γ (P10-L5) ομάδας ήταν $43,0 \pm 20\text{mg}$, για τα σαλιγκάρια της Δ (P14-L5) ομάδας ήταν $29,6 \pm 12,5\text{mg}$, για τα σαλιγκάρια της Ε (P10-L10) ομάδας ήταν $50,0 \pm 26,12\text{mg}$, για τα σαλιγκάρια της ΣΤ (P14-L10) ομάδας ήταν $39,8 \pm 16,2\text{mg}$ (Πιν. 5). Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων στο τέλος του πειράματος έδειξε την μεγαλύτερη κατανάλωση τροφής από την ομάδα Α (P10-L0) με αρκετή διαφορά από τις υπόλοιπες. Αυτό σημαίνει ότι τα σαλιγκάρια προτιμούνε τροφή με χαμηλά λιπαρά και 10% πρωτεΐνη.

Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, η αύξηση βάρους των σαλιγκαριών δεν ήταν ανάλογη για όλες τις ομάδες. Στην 1^η μέτρηση μέσου ολικού βάρους των ατόμων κάθε ομάδας φάνηκαν πιο αυξημένα τα σαλιγκάρια της Α (P10-L0) και Β (P14-L0) ομάδας σε σχέση με τα σαλιγκάρια της Γ (P10-L5) και Δ (P14-L5) ομάδας, αλλά ιδιαίτερος αυξημένα σε σχέση με τα σαλιγκάρια της Ε (P10-L10) και ΣΤ (P14-L10) ομάδας. Αυτό υποδεικνύει ότι η επίδραση του υψηλού επιπέδου λίπους στα σιτηρέσια στη μειωμένη ανάπτυξη των σαλιγκαριών ήταν εμφανής από τις πρώτες 15 ημέρες του πειράματος. Μέχρι και το τέλος του πειράματος, παρατηρήθηκε ότι τα σαλιγκάρια των

A (P10-L0) και B (P14-L0) ομάδων είχαν το μεγαλύτερο βάρος (Σχ. 3) και το γρηγορότερο ρυθμό ανάπτυξης από όλες τις άλλες ομάδες (Σχ. 4). Πιο αναλυτικά, ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης όλων των ομάδων αρχικά ήταν υψηλός, με την πάροδο όμως του πειράματος άρχισε να μειώνεται, το οποίο είναι λογικό επειδή όσο αναπτύσσονται οι οργανισμοί ο ρυθμός αύξησης του σωματικού τους βάρους μειώνεται σταδιακά (Καραπαναγιωτίδης & Καραλάζος 2009). Αυτό σημαίνει ότι η αύξηση της πρωτεΐνης από 10% σε 14% δεν έπαιξε ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην αύξηση του βάρους των ατόμων, εφόσον τα άτομα που σιτιστήκαν με πρωτεΐνη 10% είχαν υψηλότερο βάρος από αυτά που σιτιστήκαν με πρωτεΐνη 14%, χωρίς ωστόσο σημαντική διαφορά. Επιπλέον οι ομάδες που κατανάλωναν τροφές με περιεκτικότητα λίπους 6,5% και 11% επηρεάστηκαν αρνητικά αναφορικά με την αύξηση του βάρους των σαλιγκαριών. Επίσης τα πειραματικά σιτηρέσια που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα παρουσίασαν διαφορετικούς συντελεστές μετατρεψιμότητας τροφής. Στις δύο τελευταίες μετρήσεις (44^η ημέρα και 64^η ημέρα εκτροφής) παρατηρήθηκε μια αύξηση στο συντελεστή μετατρεψιμότητας στα σιτηρέσια με την υψηλότερη περιεκτικότητα σε λίπος 10%. Αυτό σημαίνει ότι τα σιτηρέσια με αυξημένη περιεκτικότητα λίπους δεν αφομοιώνονταν επαρκώς από τα σαλιγκάρια (Σχ. 5). Αρχικά ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής όλων των σιτηρεσιών του πειράματος ήταν χαμηλός αλλά με την πάροδο του πειράματος σταδιακά αυξήθηκε, το οποίο είναι λογικό επειδή όσο αναπτύσσονται οι οργανισμοί μειώνουν την ικανότητα τους να μετατρέπουν την τροφή σε σωματικό βάρος (Καραπαναγιωτίδης & Καραλάζος 2009). Η ατομική ημερήσια κατανάλωση τροφής για όλες τις διατροφικές ομάδες στη διάρκεια του πειράματος παρουσιάζεται στο Σχήμα 6. Τις πρώτες 30 ημέρες του πειράματος φαίνεται ότι η κατανάλωση τροφής από όλες τις ομάδες αυξάνεται, ωστόσο η ομάδα A (P10-L0)

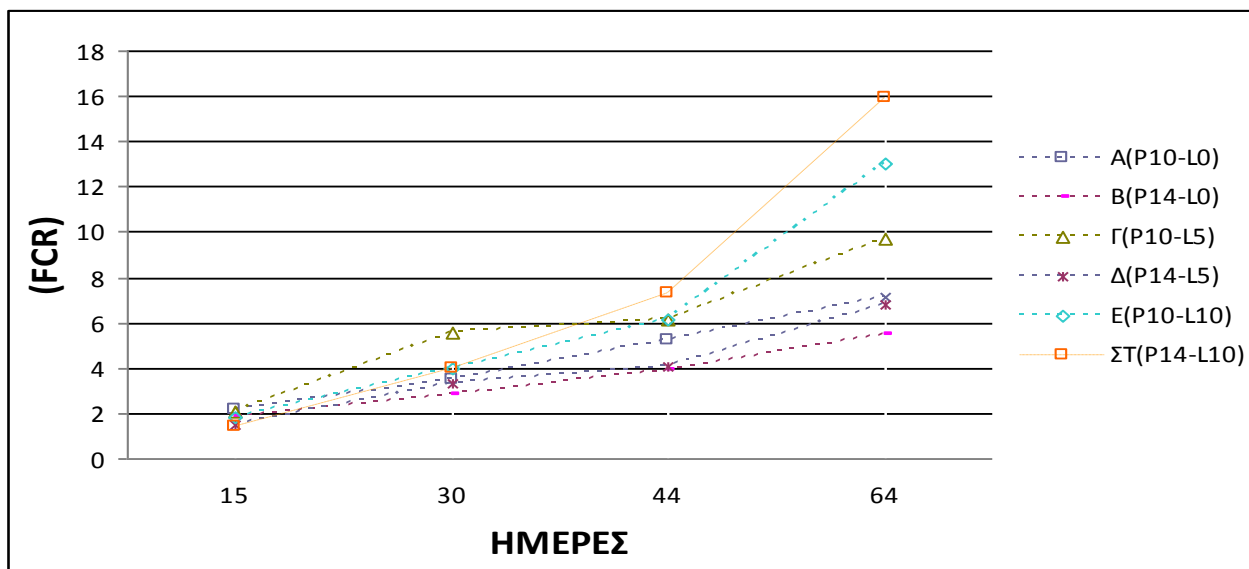


Σχήμα 3: Τα βάρη των έξι διατροφικών ομάδων καθ όλη τη διάρκεια του πειράματος.

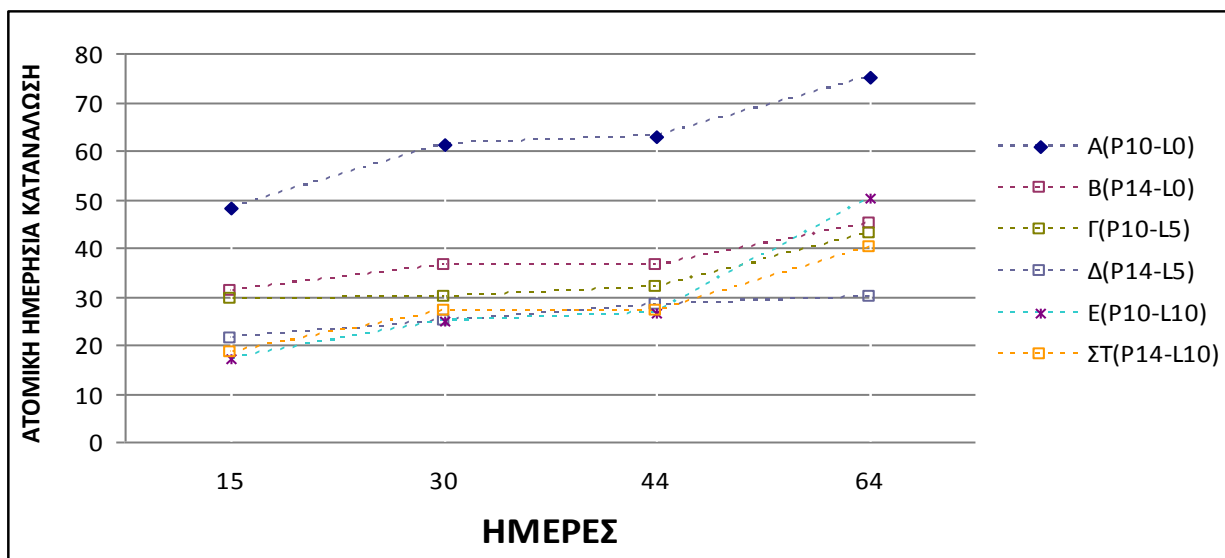


Σχήμα 4: Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης για όλες τις ομάδες στο πείραμα.

καταναλώνει την μεγαλύτερη ποσότητα σιτηρεσίου. Στην 44^η ημέρα του πειράματος φαίνεται ότι η κατανάλωση τροφής αυξήθηκε ελαφρώς από την προηγούμενη μέτρηση.



Σχήμα 5: Συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής των έξι σιτηρεσίων καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος.



Σχήμα 6: Ημερήσια ατομική κατανάλωση στη διάρκεια του πειράματος.

Πίνακας 6: Μορφομετρικά χαρακτηριστικά κελύφους και χημική σύσταση σώματος.

	A (P10-L0)	B (P14-L0)	Γ (P10-L5)	Δ (P14-L5)	E (P10-L10)	ΣΤ (P14-L10)
Τελική διάμετρος κελύφους (mm)	11,83 ± 1,30 ^b	10,22 ± 1,70 ^a	9,15 ± 1,42 ^a	9,45 ± 1,00 ^a	9,45 ± 1,18 ^a	9,21 ± 1,15 ^a
Βάρος σώματος χωρίς κέλυφος (g)	0,48 ± 0,19 ^b	0,30 ± 0,21 ^a	0,21 ± 0,11 ^a	0,22 ± 0,08 ^a	0,21 ± 0,11 ^a	0,19 ± 0,11 ^a
Βάρος κελύφους (g)	0,047 ± 0,018 ^a	0,056 ± 0,016 ^a	0,051 ± 0,02 ^a	0,050 ± 0,024 ^a	0,06 ± 0,02 ^a	0,047 ± 0,024 ^a
Βάρος σώματος (% του ολικού βάρους)	90,79 ± 2,56 ^b	82,28 ± 6,43 ^a	78,61 ± 8,20 ^a	80,72 ± 8,28 ^a	75,6 ± 11,01 ^a	79,02 ± 6,57 ^a
Πρωτεΐνη σώματος (%)	62,88 ± 7,49 ^{ab}	69,78 ± 5,62 ^b	55,907 ± 4,66 ^a	58,59 ± 4,31 ^{ab}	53,78 ± 5,07 ^a	57,30 ± 4,19 ^a
Ξηρή ουσία σώματος (%)	22,12 ± 1,46 ^a	22,79 ± 1,35 ^a	27,08 ± 1,86 ^a	25,16 ± 1,52 ^a	22,17 ± 6,5 ^a	23,54 ± 7,16 ^a
Τέφρα κελύφους (%)	79,71	79,28	56,37	74,90	81,72	59,12

Σημ. οι τιμές μεταξύ των ομάδων που φέρουν διαφορετικό εκθέτη δηλώνει στατιστικά σημαντική διαφορά (P<0,05).

Ενώ στο τέλος του πειράματος η κατανάλωση τροφής αυξήθηκε αρκετά σε όλες τις ομάδες. Επίσης η ομάδα Α (P10-L0) κατανάλωσε την μεγαλύτερη ποσότητα τροφής από όλες τις υπόλοιπες ομάδες.

3.3 Μορφομετρικά χαρακτηριστικά κελύφους και χημική σύσταση σώματος

Στον Πίνακα 6 παρουσιάζονται τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά του κελύφους και η χημική σύσταση του σώματος των σαλιγκαριών των έξι διατροφικών ομάδων. Η τελική διάμετρος του κελύφους των σαλιγκαριών για την Α (P10-L0) ομάδα ήταν $11,83 \pm 1,30\text{mm}$, για την Β (P14-L0) ομάδα ήταν $10,22 \pm 1,70\text{mm}$, για την Γ (P10-L5) ομάδα ήταν $9,15 \pm 1,42\text{mm}$, για την Δ (P14-L5) ομάδα ήταν $9,45 \pm 1,00\text{mm}$, για την Ε (P10-L10) ομάδα ήταν $9,45 \pm 1,18\text{mm}$, για την ΣΤ (P14-L10) ομάδα ήταν $9,21 \pm 1,15\text{mm}$. Η υψηλή ανάπτυξη στη διάμετρο του κελύφους για την ομάδα Α (P10-L0) διέφερε στατιστικά σημαντικά σε σύγκριση με την διάμετρο του κελύφους των άλλων πειραματικών ομάδων .

Το βάρος του σώματος χωρίς το κέλυφος των σαλιγκαριών για την Α (P10-L0) ομάδα ήταν $0,48 \pm 0,19\text{g}$, για την Β (P14-L0) ομάδα ήταν $0,30 \pm 0,21\text{g}$, για την Γ (P10-L5) ομάδα ήταν $0,21 \pm 0,11\text{g}$, για την Δ (P14-L5) ομάδα ήταν $0,22 \pm 0,08\text{g}$, για την Ε (P10-L10) ομάδα ήταν $0,21 \pm 0,11\text{g}$, για την ΣΤ (P14-L10) ομάδα ήταν $0,19 \pm 0,11\text{g}$. Η ομάδα Α (P10-L0) είχε σημαντικά το υψηλότερο βάρος από όλες τις υπόλοιπες ομάδες.

Το βάρος των κελυφών των σαλιγκαριών για την Α (P10-L0) ομάδα ήταν $0,047 \pm 0,018\text{g}$, για την Β (P14-L0) ομάδα ήταν $0,056 \pm 0,016\text{g}$, για την Γ (P10-L5) ομάδα ήταν $0,051 \pm 0,023\text{g}$, για την Δ (P14-L5) ομάδα ήταν $0,050 \pm 0,024\text{g}$, για την Ε (P10-L10) ομάδα ήταν $0,060 \pm 0,022\text{g}$, για την ΣΤ (P14-L10) ομάδα ήταν $0,047 \pm 0,024\text{g}$. Η

στατιστική ανάλυση δεν έδειξε κάποια σημαντική διαφορά ανάμεσα στο βάρος των κελυφών.

Συμπεραίνεται λοιπόν, ότι η αύξηση του βάρους των σαλιγκαριών της ομάδας A (P10-L0) δεν οφείλεται στο βάρος του κελύφους αλλά στη μάζα του σώματος. Μετά από στατιστική ανάλυση των δεδομένων παρατηρείται ότι τα σώματα των σαλιγκαριών της ομάδας A (P10-L0) είχαν σημαντικά μεγαλύτερο βάρος από εκείνο της ομάδας B (P14-L0), οπότε η αύξηση της διαιτητικής πρωτεΐνης από 10% σε 14% επηρέασε αρνητικά την αύξηση σωματικού βάρους των σαλιγκαριών.

Μετά τη χημική ανάλυση στα σώματα των σαλιγκαριών το ποσοστό της περιεχόμενης πρωτεΐνης για τα σαλιγκάρια της ομάδας A (P10-L0) ήταν $62,88 \pm 7,49\%$, της ομάδα B (P14-L0) ήταν $69,78 \pm 5,62\%$, της ομάδας Γ (P10-L5) ήταν $55,91 \pm 4,66\%$, της ομάδας Δ (P14-L5) ήταν $58,59 \pm 4,31\%$, της ομάδας E (P10-L10) ήταν $53,78 \pm 5,07\%$, της ομάδας ΣΤ (P14-L10) ήταν $57,30 \pm 4,19\%$ (Πιν. 6). Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έδειξε ότι τα σαλιγκάρια της ομάδας B (P14-L0) είχαν σημαντικά μεγαλύτερη περιεκτικότητα πρωτεΐνης στο σώμα τους σε σχέση με τα σαλιγκάρια των ομάδων Γ (P10-L5), E (P10-L10), ΣΤ (P14-L10) αλλά χωρίς όμως σημαντική διαφορά από τις ομάδες A (P10-L0) και Δ (P14-L5). Η ουσία του σώματος δεν επαρκούσε για ανάλυση λίπους στα σαλιγκάρια λόγω των αυξημένων θνησιμοτήτων. Τέτοιου είδους πειράματα είναι προτιμότερο να γίνονται με αρκετά μεγαλύτερο αρχικό πληθυσμό. Επομένως τα αυξημένα λιπαρά στα σιτηρέσια πιθανόν να αυξάνουν την περιεκτικότητα των λιπιδίων στο σώμα με αποτέλεσμα να μειώνεται η περιεχόμενη πρωτεΐνη, το οποίο με τη σειρά του θα μπορούσε να δικαιολογήσει τη μειωμένη περιεκτικότητα πρωτεΐνης στα σώματα των σαλιγκαριών των ομάδων που διατράφηκαν με υψηλά λιπαρά στο σιτηρέσιό τους.

Στην ανάλυση που έγινε για την ξηρή ουσία σώματος τα ποσοστά ήταν $22,12 \pm 1,46\%$ για την Α (P10-L0) ομάδα, $22,79 \pm 1,35\%$ για την Β (P14-L0) ομάδα, $27,08 \pm 1,86\%$ για την Γ (P10-L5) ομάδα, $25,16 \pm 1,52\%$ για την Δ (P14-L5) ομάδα, $22,17 \pm 6,5\%$ για την Ε (P10-L10) ομάδα και $23,54 \pm 7,16\%$ για την ομάδα ΣΤ (P14-L10). Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων δεν βρήκε καμία σημαντική διαφορά (Πιν. 6).

Οι γνώσεις που υπάρχουν σήμερα για τις απαιτήσεις σε διαιτητική πρωτεΐνη του εκτρεφόμενου *H. aspersa* είναι ελλιπείς. Σε διατροφικό πείραμα που πραγματοποιήθηκε από τους (Καραπαναγιωτίδης και συν. 2011), χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα ισοενεργειακά σιτηρέσια τα οποία διέφεραν ως προς το ποσοστό της περιεχόμενης πρωτεΐνης (10%, 13%, 16%, 19%). Παρατηρήθηκε, σε συμφωνία με το παρόν πείραμα, ότι η αύξηση του διαιτητικού επιπέδου της πρωτεΐνης άνω του 10% οδήγησε σε μειωμένους ρυθμούς ανάπτυξης των σαλιγκαριών.

Αντίθετα, ο Σαββάκης (2010) σε διατροφικό πείραμα με τέσσερα ισοενεργειακά σιτηρέσια και ποσοστά διαιτητικής πρωτεΐνης 8%, 10%, 12% και 14% συμπέρανε ότι τα σαλιγκάρια αυξήθηκαν περισσότερο όταν διατράφηκαν με σιτηρέσιο που περιείχε πρωτεΐνη 14%.

Σε ένα άλλο διατροφικό πείραμα των Milinsk *et al.* (2006), μελετήθηκαν τέσσερα επίπεδα πρωτεΐνης της τάξης των 12%, 15%, 18%, 21% και διαπιστώθηκε ότι το σιτηρέσιο με ποσοστό 18% είχε την καλύτερη ανάπτυξη σαλιγκαριών από τα υπόλοιπα. Ο Otchoumou (2005) σε σχετικό διατροφικό πείραμα συμπέρανε ότι 17,5% πρωτεΐνης στο σιτηρέσιο προσδίδει καλή ανάπτυξη στο αφρικανικό σαλιγκάρι *Achatina fulica*.

Οι Lee & Pham (2010) χρησιμοποίησαν στο πείραμα τους σιτηρέσια με ποσοστά πρωτεΐνης 25,3-35,5% και συμπέραναν ότι η καλύτερη πηγή πρωτεΐνης είναι το βαμβακάλευρο και το σογιάλευρο για το *Semisulcospira gottschei*.

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 πιο κατάλληλη τροφή για την ανάπτυξη των σαλιγκαριών συγκριτικά με την απλή χορήγηση φρέσκων φύλλων λαχανικών.

Οι Lazaridou-Dimitriadou *et al.* (1998) σε ένα πείραμα μελετώντας την ανάπτυξη, την επιβίωση και τη γονιμότητα του *H. aspersa* σε διάφορες γενεές χρησιμοποίησε σιτηρέσιο που περιείχαν ένα πολύ υψηλό επίπεδο πρωτεΐνης της τάξης του 50%.

Είναι γνωστό ότι η ανάπτυξη του σαλιγκαριού επηρεάζεται τόσο από την ποσότητα της πρωτεΐνης που χορηγείται όσο και από την πηγή της πρωτεΐνης. Οι Pham *et al.* (2009) σε πείραμα με το *Semisulcospira coreana* χρησιμοποίησαν σιτηρέσια με ποσοστά διαιτητικής πρωτεΐνης 29,5-33,2% και συμπέραναν ότι μια καλή πηγή πρωτεΐνης είναι το σογιάλευρο και το σιτάλευρο. Οι Marks & Jess (1989) πειραματίστηκαν με διαφορετικές πηγές πρωτεΐνης σε ποσοστό 14,5-22,5% επί του σιτηρεσίου και συμπέραναν ότι αυξάνοντας την πρωτεΐνη πάνω από 17,5% σταματάει η ανάπτυξη στο σαλιγκάρι, αλλά και η πρόσληψη τροφής.

Τα επίπεδα του διαιτητικού λίπους και ενέργειας που δοκιμάστηκαν στο παρόν πείραμα ήταν (1,6%, 6,5%, 11%) και (3,2%, 3,5%, 3,9% kcal/g) αντίστοιχα. Αυτό που παρατηρήθηκε ήταν ότι η αύξηση του διαιτητικού λίπους οδηγεί σε μειωμένους ρυθμούς ανάπτυξης και μειωμένη αξιοποίηση της τροφής από το *H. aspersa*. Οι

γνώσεις μας για το λίπος στην ανάπτυξη του *H. aspersa*, αλλά και γενικότερα των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών, είναι προς το παρόν ελλιπείς. Το συγκεκριμένο πείραμα είναι η πρώτη ερευνητική προσπάθεια προσδιορισμού του απαιτούμενου επιπέδου λίπους στο σιτηρέσιο του *H. aspersa*.

Στον Πίνακα 7 παρουσιάζονται διάφορες πηγές ελαίου όπως και η ολική ενέργεια που χρησιμοποιήθηκε σε διάφορα διατροφικά πειράματα με σαλιγκάρια. Οι Καραπαναγιωτίδης και συν (2011) σε πείραμα με το είδος *H. aspersa* χρησιμοποίησαν αραβοσιτέλαιο και η ολική ενέργεια ήταν 2,725kcal/g. Οι Otchoumou *et al.* (2005) σε πείραμα με το είδος *Atchatina fulica* χρησιμοποίησαν ολική ενέργεια 2,78 kcal/g. Οι Pham *et al.* (2009) χρησιμοποίησαν σογιέλαιο και καλαμαρέλαιο, σε πείραμα με το είδος *Semisulcospira coreana*, σε ποσοστό 3,7-4,8% επί του σιτηρεσίου. Οι Milinsk *et al.* (2002) σε πείραμα με *H. aspersa* χρησιμοποίησαν ολική ενέργεια της τάξης του 2,45% από διάφορες πηγές λίπους. Στο συγκεκριμένο διατροφικό πείραμα, οι ερευνητές παρατήρησαν ότι η χορήγηση λινελαίου στα σιτηρέσια επηρεάζει θετικά τη θρεπτική σύσταση της σάρκας των σαλιγκαριών, η χορήγηση του αραβοσιτελαίου επηρεάζει θετικά την επιβίωση των σαλιγκαριών, ενώ η χορήγηση του σογιέλαιου προσδίδει τα χαμηλότερα ω-3 λιπαρά οξέα στη σάρκα. Στο παρόν πείραμα χρησιμοποιήθηκε αραβοσιτέλαιο και 3,395 Kcal/g ολικής ενέργειας στα σιτηρέσια. Ο Σαββάκης (2010) σε πείραμα με το είδος *H. aspersa* χρησιμοποίησε αραβοσιτέλαιο και 2,935 Kcal/g ολικής ενέργειας στα σιτηρέσια του. Οι Lee & Pham (2010) σε πείραμα με το είδος *Semisulcospira gottschei* χρησιμοποίησαν αραβοσιτέλαιο και 4-5% ολικής ενέργειας στα σιτηρέσια τους.

Πίνακας 7: Επίπεδα διαιτητικού λίπους και ολικής ενέργειας στα διάφορα διατροφικά πειράματα με εκτρεφόμενα σαλιγκάρια.

Πείραμα	Τύπος ελαίου	Είδος σαλιγκαριού	Ενέργεια
Καραπαναγιωτίδης και συν. (2011)	Αραβοσιτέλαιο	<i>Helix aspersa</i>	2,725 Kcal/g
Otchoumou <i>et al.</i> (2005)	Δεν αναφέρεται	<i>Atchatina fulica</i>	2,78 Kcal/g
Milinsk <i>et al.</i> (2006)	Σογιέλαιο	<i>Helix aspersa</i> <i>maxima</i>	2,51 Kcal/g
Pham <i>et al.</i> (2009)	Σογιέλαιο και καλαμαρέλαιο	<i>Semisulcospira</i> <i>coreana</i>	3,7-4,8 Kcal/g
Milinsk <i>et al.</i> (2002)	Σογιέλαιο, λινέλαιο, αραβοσιτέλαιο	<i>Helix aspersa</i> <i>maxima</i>	2,45 Kcal/g
Lee & Pham (2010)	Αραβοσιτέλαιο	<i>Semisulcospira</i> <i>gottschei</i>	4-5 Kcal/g
Σαββάκης (2010)	Αραβοσιτέλαιο	<i>Helix aspersa</i>	2,935 Kcal/g
Παρούσα εργασία	Αραβοσιτέλαιο	<i>Helix aspersa</i>	3,395 Kcal/g

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η αύξηση της περιεκτικότητας της διαιτητικής πρωτεΐνης από 10% σε 14% και του διαιτητικού λίπους από 0% σε 5% ή 10% στα σιτηρέσια μείωσε σημαντικά την ανάπτυξη των σαλιγκαριών και την αποτελεσματικότητα αξιοποίησης της τροφής από αυτά.
- Ο συμπαράγοντας επίπεδο διαιτητικής πρωτεΐνης-διαιτητικού λίπους δεν επηρεάζει σημαντικά την ανάπτυξη του *H. aspersa* και την αξιοποίηση της τροφής από αυτό. Η μεμονωμένη αύξηση του επιπέδου του διαιτητικού λίπους από 0% σε 5% ή 10% επηρεάζει αρνητικά το ρυθμό ανάπτυξης των σαλιγκαριών και τον συντελεστή μετατρεψιμότητας της τροφής.
- Η μεμονωμένη αύξηση του διαιτητικού επιπέδου της πρωτεΐνης από 10% σε 14% δεν οδηγεί σε σημαντική αύξηση του βάρους των σαλιγκαριών. Αντίθετα, η συγκεκριμένη αύξηση του διαιτητικού επιπέδου της πρωτεΐνης οδηγεί σε μειωμένους ρυθμούς ανάπτυξης των σαλιγκαριών, αν και αυτό δε βρέθηκε να είναι στατιστικά σημαντικό. Επομένως, θα πρέπει να αποφεύγεται η περαιτέρω αύξηση του διαιτητικού επιπέδου της πρωτεΐνης για οικονομικούς λόγους.
- Οι γνώσεις σχετικά με τις διαιτητικές ανάγκες του *H. aspersa* στα διάφορα θρεπτικά συστατικά παραμένουν ελλιπείς και είναι αναγκαία περισσότερη έρευνα προκειμένου να προταθεί σε ένα ορθολογικό σιτηρέσιο.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη Βιβλιογραφία

Bailey S.E.R. (1989) Daily cycles of feeding and locomotion in *Helix aspersa*. Haliotis, 19:23-31.

Barker G.M. (2001) The biology of terrestrial molluscs. CABI Publishing, pp 558.

Bogucki Z., Helczyk-Kazecka B. (1977) Efficiency of food assimilation in the Roman snail (*Helix pomatia L.*). Bulletin de la Societe des Amis des Sciences et des Lettres de Poznan, 17:159-167.

Butler A.J. (1976) A shortage of food for the terrestrial snail *Helicella virgata* in South Australia. Oecologia, 25:349-371.

Chase R. (1982) The olfactory sensitivity of snails, *Achatina fulica*. Journal of Comparative Physiology, 148:225-235.

Chatfield J.E. (1976) Studies on food and feeding in some European land molluscs. Journal of Conchology, 29: 5-20.

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

Daguzan C.J. (1989) L' élevage de l' escargot au heliiculture, en France: Etat actuel et perspectives. Haliotis, 19: 165-175.

Elmislie L. J. (1989) Snail Farming in fields pens in Italy. British Crop Protection Council Monograph, 41:19-25.

- Garscia 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.
- Gelperin A. (1975) Rapid food – aversion learning by a terrestrial mollusk. *Science*, 189:567-570.
- Gogas A., Hatzioannou M., Lazaridou M. (2003) Heliciculture of *Helix aspersa* in Greece, British Crop Protection Council Monograph (Slugs and snails in world agriculture, ed. I. Henderson).
- Iglesias J., Castillejo J. (1999) Field observations on feeding of the land snail *Helix aspersa*. *Journal of Molluscan Studies*, 65:411-423.
- Jess S., Marks R.J. (1995) Population density effects on growth in culture of the edible snail *Helix aspersa var. maxima*. *Journal of Molluscan Studies*, 61:313-323.
- Jess S., Marks R.J. (1998) Effects on temperature and photoperiod on growth and reproduction of *Helix aspersa var. maxima*. *Journal of Agricultural Science Cambridge*, Cambridge University Press, 130: 367-372.
- Kornobis S., Bogucki, Z. (1973) Food assimilateness in some species of the *Helix L. (Helicidae, Gastropoda)* genus. *Bulletin de la Societe des Amis des Sciences et des Lettres de Poznan*, 14: 71-75.
- Lazaridou – Dimitriadou M., Alpayanni E., Baka M., Brouziotis Th., Kifonidis N., Mihaloudi E., Sioula D., Vellis G. (1998) Growth, motrality and fecundity in successive generations of *Helix aspersa* Muller cultured indoors and crowding effects on fast-, medium- and slow-growing snails of the same clutch. *Journal of Molluscan Studies*, 64:67-74.

Lazaridou – Dimitriadou M., Kattoulas M. C. (1985) Edible and Commercialized Snails of Greece – Helicuculture. *Haliotis*, 11:129-137.

Lazaridou –Dimitriadou M. and Kattulas M. E. (1990) Energy flux in a natural population of the land snail *Eobania Vermiculata* (Muller) (Gastropoda: Pulmonata: Stylommatophora) in Greece. *Canadian Journal of Zoology* 69:881-891.

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

Mason, C.F. (1970) Food feeding rates and assimilation in woodland snails. *Oecologia*, 4:358-373.

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

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

Morton J.E. (1979) *Molluscs*. Hutchinson & Co. (Publishers) Ltd., W 1 P 6JD, London, U.K.

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

- Newman R.M., Hanscom Z., Kerfoot W.C. (1992) The watercress glucosinolate – myrosinase system: a feeding deterrent to caddisflies, snails and amphipods. *Oecologia*, 92: 1-7.
- Otchoumou A., Dupont-Nivet M., K N'Da et H Dosso (2005) Laboratoire de Biologie et Cytologie Animales, UFR des Sciences de la Nature. Université d'Abobo-Adjamé, 26 BP 623 Abidjan 26.
- Pallant D. (1972) The food of the gray field slug, *Agriolimax reticulatus* on grassland. *Journal of Animal Ecology*, 41: 761-769.
- Pham M.A., Hwang G.D., Kim Y. O., Seo J. Y., Lee S. M. (2009) Springer.
- Pomeroy D.E. (1969) Some aspects of the ecology of the land snail, *Helicella virgata*, in South Australia. *Australian journal of Zoology*, 17: 495-514.
- Port C.M., Port G.R. (1986) The biology and behaviour of slugs in relation to crop damage and control. *Agricultural Zoology Reviews*, 1:255-299.
- Ramsell J., Paul N.D. (1990) Preferential grazing by molluscs of plants infected by rust fungi. *Oikos*, 58:145-150.
- Richardson A.M.M., (1975) Food, feeding rates and assimilation in the snail *Cepae nemoralis* L. *Oecologia*, 19: 59-70.
- Solem A. (1977) Classification of the land Mollusca. In eds. Fretter V. and J.Peale, 1978. Pulmonates. Academic Press, London.
- Staïkou and Lazaridou-Dimitriadou M. (1989) 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.

Ελληνική Βιβλιογραφία

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

Καραπαναγιωτίδης Ι., Καραλάζος Β. (2009) Διατροφή υδρόβιων ζωικών οργανισμών. Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας & Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών. Πανεπιστημιακές παραδόσεις.σελ.100.

Καραπαναγιωτίδης Ι.Θ., Χατζηιωάννου Μ., Καραλάζος Β., Κουφοστάθη Ε. και Χ. Νεοφύτου (2011) Διαιτητικές πρωτεϊνικές ανάγκες του εκτρεφόμενου σαλιγκαριού *Helix aspersa*. 4^ο Διεθνές Συνέδριο «Υδροβιολογίας Αλιείας», Βόλος 9-11 Ιουνίου 2011 σ.127,128.

Σαββάκης Ν. (2010) Η επίδραση σιτηρεσιών χαμηλού πρωτεϊνικού επιπέδου στην ανάπτυξη του εκτρεφόμενου σαλιγκαριού *H.aspersa*. Προπτυχιακή διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, σελ.60.

Χατζηιωάννου Μ. (2007) Εκτροφή Γαστερόποδων Αμφιβίων και Ερπετών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, σελ.65.

ABSTRACT

In recent years, snail culture has attracted investors' interest in Greece. For a successful culture, the use of a rational diet that promotes maximum growth rates and welfare with the minimum cost is essential. The nutritional requirements of cultured snails are not known yet. The aim of the present postgraduate study was to assess the effect of diets differing in dietary lipid and protein level in the growth and feed utilization of the edible cultured snail *Helix aspersa*. For that purpose, six diets were tested at two different protein levels (10% and 14%, respectively) and at three lipid levels (0%, 5% and 10%, respectively): A (P10-L0), B (P14-L0), C (P10-L5), D (P14-L5), E (P10-L10), F (P14-L10). A total number of 180 snails, of mean weight $0,14 \pm 0,03$ g and of 8-15 days old, distributed in 6 dietary groups (10 snails per cage, 3 cages/replicates per dietary treatment) and fed with the experimental diets for 64 days of culture. Diets A (P10-L0) and B (P14-L0) gave the highest body weights and the better feed utilization compared to the rest ones. The protein-lipid was not significant in growth and feed utilization parameters. It was the lipid level that significantly affected growth and feed utilization. Thus, increasing the dietary lipid level from 0% to 5% or 10% resulted in significantly lower specific growth rates and food conversion ratios, As a conclusion, a dietary protein level of 10% and a lipid level as low as 1,5% was addressed as the optimum for best growth and feed utilization in the diet of *Helix aspersa*.

Key words: snail, *Helix aspersa*, protein, energy.

