

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ & ΥΔΑΤΙΝΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η επίδραση των σιτηρεσίων υψηλού πρωτεϊνικού επιπέδου στην
ανάπτυξη του κρητικού κοχλίου (*Helix aspersa*)**

ΡΑΝΤΙΤΣΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΒΟΛΟΣ 2014

**Η επίδραση των σιτηρεσίων υψηλού
πρωτεϊνικού επιπέδου στην ανάπτυξη του κρητικού κοχλίου (*Helix aspersa*)**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή :

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

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

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

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα αυτής της εργασίας, καθηγητή κ Νεοφύτου Χρήστο για το χρόνο που αφιέρωσε στη διόρθωση της μελέτης αυτής.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω το λέκτορα κ. Καραπαναγιωτίδη Ιωάννη, για την πολύτιμη βοήθειά του σε όλα τα στάδια σύστασης της παρούσας πτυχιακής εργασίας για τις πολύτιμες συμβουλές του καθώς επίσης και για την βοήθεια στην συλλογή πληροφοριών και τον τρόπο παρουσίασής τους στα πλαίσια του βέλτιστου αποτελέσματος.

Στην συνέχεια την λέκτορα κα. Χατζηιωάννου Μαριάνθη για τη συνεχή καθοδήγηση και επιμελή επίβλεψη τόσο κατά την διαδικασία συλλογής πληροφοριών και κατά τη συγγραφή αυτής της μελέτης όσο και για τον ρόλο της καθηγήτριας-παιδαγωγού που με τόση θέρμη υπηρετεί και είχα την τύχη να βρίσκεται όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου στο πλάι μου. Την ευχαριστώ από καρδιάς για την κατανόηση και βοήθεια στην επίλυση των όποιων προβλημάτων προέκυψαν στην φοιτητική μου πορεία.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω θερμά τους καθηγητές μου κ. Δημήτρη Βαφείδη και κ. Αθανάσιο Εξαδάκτυλο για την τεράστια βοήθεια και τις υπερπολύτιμες συμβουλές που αγόγγυστα μου προσέφεραν, όποτε και αν τους χρειάστηκα όλα αυτά τα χρόνια.

Τέλος, οφείλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την αμέριστη κατανόηση, στήριξη και συμπαράστασή τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου, καθώς επίσης και τους συμφοιτητές μου οι οποίοι με τον ένα ή με τον άλλο τρόπο με βοήθησαν σε όλη αυτή την φοιτητική μου πορεία.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

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

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1.	Γενικά.....	1
1.2.	Σαλιγκαροτροφία	3
2.	Τα εδώδιμα είδη	5
2.1.	Μέθοδοι εκτροφής των σαλιγκαριών.....	7
2.1.1.	Κλειστή ή εντατική εκτροφή	7
2.1.2.	Ανοιχτή ή εκτατική εκτροφή	8
2.1.3.	Μικτή εκτροφή.....	9
2.1.4.	Διατροφική αξία σαλιγκαριών.....	10
3.	Βιολογία γαστερόποδων	14
3.1.	Περιγραφή του είδους <i>Helix aspersa</i>	16
3.2.	Γεωγραφική εξάπλωση.....	16
3.3.	Μορφολογία και βιολογία του <i>Helix aspersa</i>	17
3.4.	Βιολογικός κύκλος του <i>Helix aspersa</i>	20
4.1.	Διατροφή στο φυσικό περιβάλλον	23
4.2.	Φυτά και σαλιγκαροτροφία	24
4.3.	Θρεπτικές ουσίες και σιτηρέσια	25

4.3.1. Πρωτεΐνες.....	26
4.3.2. Λιπίδια.....	28
4.3.3. Υδατάνθρακες.....	29
4.3.4. Βιταμίνες.....	30
4.3.5. Ανόργανα στοιχεία	30
4.3.5.1. Απαιτήσεις Ca στη διατροφή.....	31
4.4. Διατροφικές απαιτήσεις του είδους <i>H. Aspersa</i>	34
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	38
ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	38
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	44
6. ABSTRACT	46

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1.Γενικά

Ο άνθρωπος από αρχαιοτάτων χρόνων, από την λίθινη ακόμα εποχή χρησιμοποιεί τα σαλιγκάρια ως τροφή. Οι αρχαίοι Έλληνες καταλάβαιναν πολλά σαλιγκάρια. Οι ρωμαίοι έκαναν και εκτροφές μάλιστα για να καλύψουν τις ανάγκες τους (Μαρκάκης,1990). Επίσης υπάρχουν μαρτυρίες για την χρήση παρασκευασμάτων με βάση τα σαλιγκάρια για την θεραπεία του σκορβούτου, της δυσπεψίας, του στομαχόπνου, της βρογχίτιδας και της φυματίωσης, ενώ από της αρχές του περασμένου αιώνα χρησιμοποιούνται και για την θεραπεία των ασθενειών του αναπνευστικού συστήματος και του κοκίτη(Gallo, 1986).

Αναμφισβήτητα, το σημαντικότερο γεγονός που κάνει τα σαλιγκάρια ένα ιδιαίτερα εμπορικό είδος είναι το ότι αποτελούν πλέον μέρος της διατροφής του ανθρώπου. Βέβαια μέχρι τον προηγούμενο αιώνα τα σαλιγκάρια δεν θεωρούνταν “ευγενής τροφή” και καταναλώνονταν κυρίως από τα κατώτερα κοινωνικά στρώματα. Από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα όμως άρχισε να εκτιμάται περισσότερο, λόγω και της μεγάλης τους προβολής, η γαστρονομική και θρεπτική τους αξία και πλέον αποτελούν, μέρος της διατροφής και των ανώτερων κοινωνικών στρωμάτων (Μαρκάκης, 1990).

Έτσι αναπόφευκτα αυτό οδήγησε στην αύξηση και εντατικοποίηση της σαλιγκαροτροφίας σε διάφορα μέρη του κόσμου όπως η Αγγλία, η Γερμανία, η Ιταλία, η Ισπανία, ο Καναδάς, οι Ηνωμένες Πολιτείες και κυρίως η Γαλλία. Η Γαλλία είναι η χώρα η οποία καταναλώνει και παράγει τον μεγαλύτερο αριθμό σαλιγκαριών από οποιαδήποτε άλλη χώρα στον κόσμο (40.000 τόνους ανά έτος) (Μαρκάκης, 1990).

Κυρίως, τα σαλιγκάρια καταναλώνονται στην Γαλλία περίπου 40.000 τόνοι και στην Ιταλία περίπου 6.000 τόνοι ετησίως (Elmslie, 1989). Η κατανάλωση είναι 70 φορές μεγαλύτερη από την τρέχουσα παραγωγή και συνεπώς τα εθνικά αποθέματα των χωρών που καταναλώνουν σαλιγκάρια ή τα επεξεργάζονται (μεταποιούν) προς εξαγωγή (π.χ. η Ελλάδα), δεν επαρκούν. Κάποια εδώδιμα είδη έχουν ήδη μειωθεί δραματικά στο φυσικό τους περιβάλλον. Αποτέλεσμα είναι, αυτές οι χώρες να εισάγουν πλέον σαλιγκάρια από τις χώρες της Ανατολικής Ευρώπης, την Τουρκία και τη Ν.Α. Ασία. Αν ληφθούν υπόψη τόσο οι οικολογικές μελέτες όσο και οι νομικοί περιορισμοί στις παραπάνω χώρες, γίνεται κατανοητό ότι η ανάπτυξη της σαλιγκαροτροφίας θα γίνει πραγματικά αναγκαία προκειμένου να ικανοποιηθούν οι υψηλές απαιτήσεις, κυρίως στις χώρες της Ε.Ε., αλλά και για τη διατήρηση των εργοστασίων που εμπλέκονται στη μεταποίηση των σαλιγκαριών (Γκόγκας & συν., 2005).

Κάθε χρόνο, περίπου 25.000 τόνοι σαλιγκαριού (των γενών *Helix* και *Achatina*) εισάγονται στη Γαλλία. Η παραγωγή στην ίδια χώρα εξελίχθηκε ταχεία από το 1980: από 10 τόνους το 1985 σε περίπου 400 τόνους το 1994. Το είδος που εκτρέφονταν ήταν το *H.aspersa*. Οι μέθοδοι εκτροφής έχουν βελτιωθεί αρκετά και έτσι απαιτούνται αποτελεσματικά προγράμματα για την αύξηση της αποδοτικότητας της εκτροφής σαλιγκαριού. Μια ορθή εκτίμηση των γενετικών παραμέτρων θα βοηθούσε στην δημιουργία και οργάνωση τέτοιων προγραμμάτων (Dupont-Nivetetal., 2000).

Από το 1985, στην Ελλάδα, τα φυσικά αποθέματα των εδώδιμων σαλιγκαριών έχουν αρχίσει να μειώνονται τόσο εξαιτίας της εντατικής συλλογής ή της υποβάθμισης του φυσικού τους περιβάλλοντος, που προκαλείται από τη μη συντηρούμενη ανάπτυξη (αποψίλωση των δασών, εντατικοποίηση της αγροτικής

καλλιέργειας, πυρκαγιές, επέκταση των αστικών περιοχών κ.λπ.), όσο και από άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες (Lazaridou-Dimitriadou et al., 1998).

Από όλα τα παραπάνω, γίνεται φανερή η ανάγκη δημιουργίας όχι μόνο στην Ελλάδα αλλά και στις υπόλοιπες χώρες, οργανωμένων μονάδων εκτροφής σαλιγκαριών που θα συμβάλλουν στην κάλυψη των αυξημένων αναγκών που παρουσιάζονται τα τελευταία χρόνια, χωρίς να επηρεάζονται οι φυσικοί πληθυσμοί τους.

Παρ' όλα αυτά, υπάρχει ελλιπής γνώση σχετικά με τις διατροφικές ανάγκες ή τις κατάλληλες δίαιτες για την εκτροφή των σαλιγκαριών. Είναι σημαντικό το να πραγματοποιηθούν έρευνες οι οποίες επιδιώκουν στην παροχή στοιχείων και πληροφοριών για την διατύπωση διατροφών για αυτά τα ζώα. Όμως, οι έρευνες σχετικά με τον καθορισμό των θρεπτικών αναγκών για αποτελεσματικότερη ανάπτυξη είναι πιο συχνές σε σχέση με τις έρευνες για την εκτροφή των σαλιγκαριών (Milinsketal., 2002).

1.2. Σαλιγκαροτροφία

Η εκτροφή σαλιγκαριών (σαλιγκαροτροφία, *heliculture*, *snailfarming*) απαιτεί συγκεκριμένη γνώση και τεχνογνωσία, καθώς επίσης, σχεδιασμό και προσεκτικά βήματα. Η σαλιγκαροτροφία έχει διάφορες εναλλακτικές μεθόδους παραγωγής, με διαφορετικές επιλογές όσον αφορά τον τύπο της εκτροφής και της διατροφής (Χατζηιωάννου 2011). Αυτές οι μέθοδοι χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες: την εκτατική εκτροφή, την ημιεντατική εκτροφή και την εντατική εκτροφή. Στη Γαλλία, την Ιταλία, την Ισπανία, αλλά και στην Αυστραλία έχουν αναπτυχθεί μέθοδοι εκτατικής και εντατικής εκτροφής σαλιγκαριών (Elmslie 1989, Igglestias *et al.* 1996, Guilleretal. 2001, Begg & Mcinness 2003). Η εκτατική

εκτροφή, εφαρμόζεται σε χωράφια, όπου η συμμετοχή στην προσφορά τροφής είναι πολύ μικρή, καθώς το σαλιγκάρι τρέφεται κατά κύριο λόγο με φυτά (Garcia*et al.* 2005, Χατζηγιάννου 2011). Με βάση τα δεδομένα που αφορούν την παραγωγή και το εμπόριο των σαλιγκαριών, ηγετικές θέσεις στην Ευρώπη κατέχουν η Ιταλία η Γαλλία και η Ισπανία.

Σύμφωνα με τη Γενική Διεύθυνση Ζωικής Παραγωγής (Γ.Δ.Ζ.Π.) του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (Υ.Α.Α.Τ.) σήμερα στην Ελλάδα δραστηριοποιούνται 131 μονάδες εκτροφής σαλιγκαριών. Από αυτές οι 75 είναι εκτατικού (ανοικτού) τύπου οι οποίες καταλαμβάνουν έκταση 481,5 στρεμμάτων, και οι 56 εντατικού (κλειστού) τύπου οι οποίες καταλαμβάνουν έκταση 93,19 στρεμμάτων. Η κατανομή των μονάδων εκτροφής σαλιγκαριών και η έκταση σε στρέμματα που καταλαμβάνουν ανά περιφέρεια στην Ελλάδα παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Η κατανομή των μονάδων εκτροφής σαλιγκαριών και έκταση σε στρέμματα που καταλαμβάνουν (Πηγή: Ταταρίδης 2012).

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΕΣ	ΣΥΝΟΛΟ ΕΚΜ/ΕΩΝ	ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΤΥΠΟΥ	ΕΚΤΑΣΗ (ΣΤΡ)	ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ	ΕΚΤΑΣΗ (ΣΤΡ)
ΑΘΗΝΩΝ	3	2	4	1	1
Σ. ΕΛΛΑΔΑΣ	6	2	15,2	4	4
ΠΕΛΟΠ/ΣΟΥ	26	9	48,9	17	20,45
ΔΥΤ. ΕΛΛΑΔΑΣ	8	3	20	5	9
ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΩΝ	0	0	0	0	0
ΗΠΕΙΡΟΥ	12	11	96,2	1	6,56
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	12	9	53,05	3	3,5
Α. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	8	7	38,8	1	0
Κ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	34	18	116,8	16	32,28
Α. ΜΑΚ.-ΘΡΑΚΗΣ	20	13	85,8	7	14,4

ΝΟΤΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	0	0	0	0	0
Β. ΑΙΓΑΙΟΥ	1	1	3	0	0
ΚΡΗΤΗΣ	1	0	0	1	2
ΣΥΝΟΛΟ	131	75	481,75	56	93,19

Στη χώρα μας ο κλάδος της σαλιγκαροτροφίας σε σχέση με τις προαναφερθείσες χώρες, βρίσκεται αρκετά πίσω ως προς την εξέλιξή του, τόσο από την πλευρά των επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται, που είναι ακόμα σε μικρό αριθμό σε σχέση με τις άλλες χώρες, όσο και από την πλευρά του κράτους που δεν έχει χαράξει τις ανάλογες πολιτικές και κατευθύνσεις πάνω στο δραστήριο τα τελευταία χρόνια κλάδο της σαλιγκαροτροφίας (Ταταρίδης 2012). Η Ελλάδα αποτελεί μια από τις κυριότερες εξαγωγικές χώρες σαλιγκαριών του κόσμου προς την αγορά της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η συνολική αξία της προσφερόμενης ποσότητας της χώρας μας, από το 1995 έως και το 2010, ανέρχεται στα 34.113.122€ (Eurostat 2011).

2. Τα εδώδιμα είδη

Τα σαλιγκάρια καταναλώνονται σε ορισμένα μέρη του κόσμου. Τα είδη του γένους *Helix* που έχουν αναφερθεί μέχρι σήμερα από όλον τον κόσμο είναι περίπου 4.000, από τα οποία 400 περίπου απαντώνται στην Ευρώπη. Στην Ευρώπη, 4 είδη, όλα του ίδιου γένους (*Helix*), συνήθως καταναλώνονται:

- ***Helix aspersa*** («Κρητικός κοχλιός», «Brown garden snail» ή «European brown snail», όπου οι Γάλλοι το ονομάζουν «Petit-gris, ή «escargot»). Καλύπτει το 40% της διεθνούς εμπορικής κλίμακας. Το μέγεθος ενός ενήλικου ατόμου είναι 28 – 35 mm διάμετρος και 7 – 15 γρβάρος. Τυπικά συναντάται στις Μεσογειακές χώρες (Ευρώπη και Βόρεια Αφρική) και τις

Γαλλικές ατλαντικές ακτές. Υποείδος αποτελεί το *H.aspersa maxima*, του οποίου το μέγεθος είναι 40 – 45 mm διάμετρος και 20 – 30 grβάρος και συναντάται στη βόρεια Αφρική.

- *Helix pomatia*(«άσπρο» ή «σαλιγκάρι των βουνών»). Καλύπτει το 28% της διεθνούς εμπορικής κλίμακας. Το τυπικό μέγεθος ενός ενήλικου ατόμου είναι διάμετρος 40 με 50 mm και βάρος 25 με 45 γραμμάρια. Συναντάται τυπικά στην Βουργουνδία.
- *Helix lucorum* («μαυροσαλιγκάρο» ή «σαλιγκάρι των δασών») και καλύπτει το 22% της διεθνούς εμπορικής κλίμακας.
- *Achatina fulica*(«Γιγαντιαίο σαλιγκάρι», «Giant East African Snail»), τοποιοκόβεται σε φέτες, κονσερβοποιείται και πωλείται στους καταναλωτές.

Από προηγούμενες έρευνες στον Ελληνικό χώρο έγινε προσπάθεια να αναπτυχθεί η τεχνολογία και η μεθοδολογία εκτροφής των εδώδιμων σαλιγκαριών και να προσδιοριστούν οι βέλτιστες συνθήκες εκτροφής καθώς και να μελετηθούν οι διατροφικές ανάγκες τους. Ερευνήθηκαν διάφορα χαρακτηριστικά και διαφορετικές συνθήκες εντατικής εκτροφής, με σκοπό τη συμβολή τους στην αύξηση και την αναπαραγωγή, όπως π.χ το υπόστρωμα, ο συνωστισμός, η τροφή και η μελέτη της επίδρασης που μπορεί να έχουν οι ομοιομορφικές διασταυρώσεις στην αύξηση, η αναπαραγωγή και η επιβίωση των ζώων (Lazaridou-Dimitriadouetal., 1998, Δεσποτοπούλου, 2006).

2.1. Μέθοδοι εκτροφής των σαλιγκαριών

Όπως αναφέραμε και παραπάνω υπάρχουν τρία κύρια είδη εκτροφής σαλιγκαριών τα οποία παραθέτουμε στην συνέχεια και αναπτύχθηκαν αρχικά στην Ευρώπη και συγκεκριμένα στη Γαλλία και στην Ιταλία.

2.1.1. Κλειστή ή εντατική εκτροφή

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

Η διατροφή παίζει έναν από τους κυρίαρχους ρόλους στην κλειστή εκτροφή και για το λόγο αυτό δίνεται μεγάλο βάρος στην ποιοτική σύσταση του σιτηρεσίου (Garcia*etal.*, 2005). Για τα ελληνικά δεδομένα, το *H. Aspersa* φθάνει στο εμπορεύσιμο μέγεθος στους τέσσερις μήνες και μπορούμε να έχουμε έως και δύο παραγωγές ανά έτος. Κατά τη διάρκεια μιας κλειστού τύπου εκτροφής απαιτείται κατάλληλη κτιριακή εγκατάσταση (Χατζηγιάννου, 2007), η οποία δύναται να

φιλοξενήσει τα τέσσερα στάδια εκτροφής, όπου το κάθε ένα χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένο εύρος θερμοκρασίας, φωτοπεριόδου και σχετικής υγρασίας. Τα στάδια αυτά είναι: στάδιο αναπαραγωγής, στάδιο επώασης και εκκόλαψης των αυγών, στάδιο αύξησης ανώριμων ατόμων και στάδιο πάχυνσης σαλιγκαριών. Στα στάδια αυτά, τα ζώα τοποθετούνται σε ειδικά για το κάθε στάδιο κλουβιά(Χατζηιωάννου, 2007). Το μειονέκτημα της κλειστού τύπου εκτροφής είναι το υψηλό κόστος παραγωγής που την καθιστά οικονομικά ασύμφορη.

2.1.2. Ανοιχτή ή εκτατική εκτροφή

Ο ανοιχτός τύπος εκτροφής, ή ιταλικού τύπου, είναι ο πιο παλιός τύπος εκτροφής. Αναφέρεται ότι στη Ρώμη το 50 π.Χ. εκτρέφονταν σαλιγκάρια με το τύπο αυτής της εκτροφής, τα οποία προοριζόνταν για κατανάλωση. Η ανοιχτή εκτροφή στηρίζεται στη φιλοσοφία ότι πρέπει να δημιουργηθεί ένα σύστημα εκτροφής το οποίο να έχει χαμηλές απαιτήσεις σε ανθρώπινη εργασία, διότι η παραγωγή απαιτεί από 18 έως 24 μήνες οπότε αν απασχολεί μεγάλο εργατικό δυναμικό αυτό την καθιστά ασύμφορη. Το σύστημα αυτό έχει εξαπλωθεί τόσο στην Ιταλία, όσο και σε όλο τον κόσμο. Η εκτροφή πραγματοποιείται σε ανοιχτό χώρο (χωράφι) του οποίου το μέγεθος ποικίλει ανάλογα με το είδος το οποίο πρόκειται να εκθρέψουμε και το εργατικό δυναμικό που διαθέτουμε. Καλό είναι τα ζώα που θα χρησιμοποιηθούν στην ανοιχτού τύπου εκτροφή να είναι της ίδιας περιοχής διότι παρουσιάζουν καλύτερη προσαρμογή (Μαρκάκης, 1990).

Το έδαφος πρέπει να είναι ουδέτερο ή αλκαλικό, ενώ επίσης προτιμούνται χωράφια επικλινή με μεσημβρινή έκθεση στον ήλιο και με χαμηλό υψόμετρο. Βασικό χαρακτηριστικό του εδάφους είναι να μη κατακρατεί το νερό με αποτέλεσμα το σχηματισμό λάσπης. Σημαντικό κομμάτι της εκτροφής είναι η προετοιμασία του

χώρου, δηλαδή η απεντόμωση και το καθάρισμα του εδάφους από ανεπιθύμητα υλικά, η καλή άροση σε βάθος τουλάχιστον 40 cm και η εδαφοβελτίωση, όταν αυτή απαιτείται. Ο χώρος εκτροφής πρέπει να περιφραχθεί κατάλληλα, ώστε να προστατεύεται η εκτροφή από ανεπιθύμητα ερπετά και τρωκτικά, καθώς και για να μην μπορούν τα εκτρεφόμενα ζώα να διαφύγουν εκτός του χώρου εκτροφής. Μέσα στο χώρο εκτροφής καλλιεργούνται ή μεταφυτεύονται διάφορα φυτά τα οποία προορίζονται για κατανάλωση από τα σαλιγκάρια, όπως ραδίκια, σπανάκι, λάχανα κ.ά., τα οποία αρδεύονται με υδρονέφωση (κατάλληλος τύπος άρδευσης για να μη λασπώνει το έδαφος), ώστε να διατηρείται η υγρασία σε υψηλά επίπεδα. Σημαντικό ρόλο παίζει ακόμα και η διαμόρφωση του χώρου με διαδρόμους, αναχώματα, ξύλινες σανίδες, κομμάτια κεραμικών σκευών κ.ά. Όλα τα παραπάνω χρησιμοποιούνται ως βοηθητικά εργαλεία, τόσο για τον άνθρωπο όσο και για τα σαλιγκάρια, στην εκτροφή αυτή. Η ανοιχτή εκτροφή χαρακτηρίζεται από μικρή απόδοση και είναι ευάλωτη σε κλιματολογικές συνθήκες και σε φυσικούς εχθρούς των σαλιγκαριών (Μαρκάκης, 1990).

2.1.3. Μικτή εκτροφή

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

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

Το στάδιο της πάχυνσης του γόνου, το οποίο πραγματοποιείται σε διχτυοκήπιο, την εποχή που οι καιρικές συνθήκες το επιτρέπουν. Στην Ελλάδα, ο γόνος μεταφέρεται στο διχτυοκήπιο στις αρχές του Μάρτη και η συγκομιδή γίνεται τον Ιούλιο. Η υγρασία μέσα στο δικτυοκήπιο ρυθμίζεται με σύστημα υδρονέφωσης. Επίσης υπάρχουν βοηθητικές κατασκευές, όπως διάδρομοι και σκέπαστρα. Η θρέψη των σαλιγκαριών γίνεται με τεχνητό σιτηρέσιο το οποίο τοποθετείται σε ταΐστρες κάτω από τα σκέπαστρα για να μη μουσκεύει η τροφή από την υδρονέφωση (Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, 2009). Το δικτυοκήπιο είναι σκεπασμένο με ειδικής σκίασης δίχτυ και αυτό βοηθάει στη διατήρηση της υγρασίας. Ο τύπος αυτός της εκτροφής είναι οικονομικά βιώσιμος (Χατζηιωάννου, 2007)

2.1.4. Διατροφική αξία σαλιγκαριών

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

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

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

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

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

Το στάδιο της φυσιολογίας του ζώου, όπως η ηλικία, αλλά και διάφοροι περιβαλλοντικοί παράγοντες επηρεάζουν επίσης τη σύσταση του σώματος των

σαλιγκαριών. Σε αναλύσεις που έγιναν σε άγριους πληθυσμούς βρέθηκε ότι, στους τρεις μήνες ζωής του *H.pomatia* το βάρος του κελύφους αποτέλεσε το 10,3 % του ζώντος βάρους του ζώου, στην ηλικία των πέντε μηνών αποτέλεσε το 12,7 % του ζώντος βάρους, ενώ σε ενήλικα ζώα ηλικίας από 3 έως 6 μηνών το 24,2 % του ζώντος βάρους (Gomot, 1998). Αναφορικά με την περιεκτικότητα του σώματος σε λίπος, αυτή στο *H.pomatia* μειώνεται με την ηλικία και το ίδιο φαινόμενο εμφανίζεται και στο *Haspersa aspersa* και *H. Aspersa maxima* (Beitz, 1985). Για την επίδραση των περιβαλλοντικών παραγόντων απαιτείται περαιτέρω μελέτη, και ειδικότερα στα σαλιγκάρια που συλλέγονται από άγριους πληθυσμούς διαφορετικών βιότοπων, για την ανάλυση της επιρροής της κατανάλωσης φυτών και της σύστασης του εδάφους στην αύξηση του *H.aspersa* (Gomot *et al.*, 1989).

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

Όσον αφορά τα ανόργανα ιχνοστοιχεία, η σάρκα των ειδών αυτών αποτελεί καλή πηγή σεληνίου (Se, 27,4 μg/100mg), παρέχοντας ουσιαστικά στον καταναλωτή το 50% της συνιστώμενης ημερήσιας ποσότητας που απαιτείται για πρόσληψη από μια ενήλικη γυναίκα (που είναι 50 μg/ ημέρα) και το 1/3 για ένα άνδρα (Τμήμα

Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, 2009). Το σελήνιο έχει ισχυρές αντιοξειδωτικές ιδιότητες προστατεύοντας από καρδιοπάθειες και καρκίνο (κυρίως του προστάτη), συμβάλλοντας επίσης στη λειτουργία του θυρεοειδή αδένος και του ανοσοποιητικού συστήματος (Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, 2009).

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

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

Επίσης, θα πρέπει να τονιστεί ότι το λίπος των σαλιγκαριών είναι ωφέλιμο, γιατί παρέχει στον οργανισμό τα ω-3 λιπαρά οξέα, τα οποία θεωρούνται απαραίτητα, καθώς ο άνθρωπος δε μπορεί να τα συνθέσει και γι' αυτό πρέπει να τα λάβει με τη διατροφή του. Είναι πολύ ευεργετικά για την υγεία του, γιατί θεωρούνται ότι παρεμποδίζουν την αθηροσκλήρωση και τη θρόμβωση και έχουν αντιφλεγμονώδεις επιδράσεις, δρουν προληπτικά σε αλλεργίες, κατάθλιψη, και άλλες ασθένειες του νευρικού συστήματος. Η αναλογία ω-3/ω-6 των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων του σαλιγκαριού κυμαίνεται από 0,2 έως 0,87 (Milinsketal., 2006), που με βάση τις σύγχρονες διατροφικές απόψεις θεωρείται ευεργετικός για την ανθρώπινη διατροφή και υγεία.

3. Βιολογία γαστερόποδων

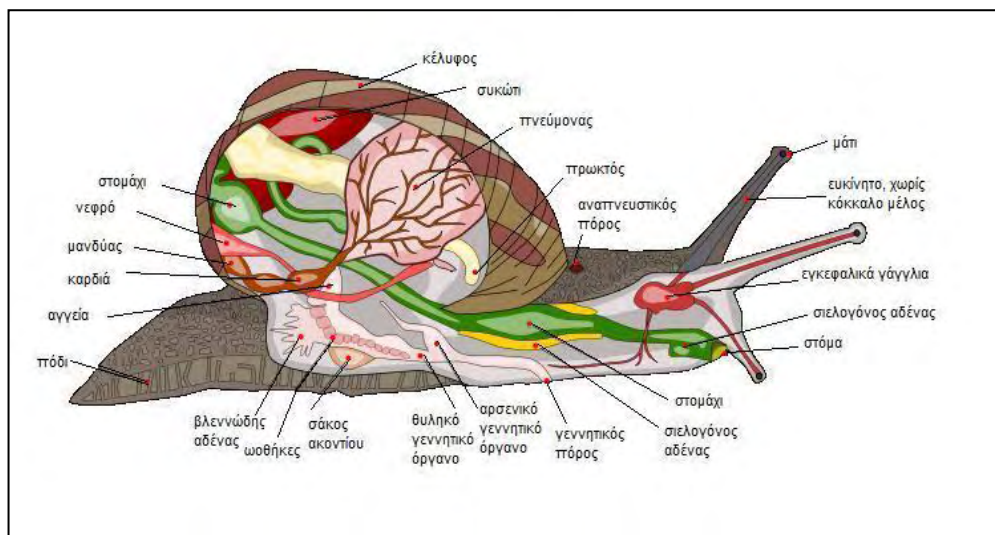
Τα σαλιγκάρια ανήκουν στην κλάση των Γαστερόποδων του φύλου Μαλάκια. Τα περισσότερα από τα γαστερόποδα μαλάκια φέρουν κέλυφος. Στην κατηγορία των Μαλακίων ανήκουν και οι γυμνοσάλιαγκες, τα μύδια, τα καλαμάρια και οι σουπιές (Cobbinah 1993).

Τα γαστερόποδα αποτελούνται από το σώμα και το κέλυφος. Το σώμα τους χωρίζεται σε τρία μέρη: το κεφάλι, το πόδι και τα εσωτερικά όργανα (Lazaridou-Dimitriadou 1985). Το κεφάλι είναι ενωμένο με το σώμα (η οριοθέτηση δεν είναι ξεκάθαρη) και αποτελείται από ένα (στα λιμναία) ή δύο ζευγάρια κεραιών και ένα ζεύγος οφθαλμών (στα χερσαία). Τα εγκεφαλικά γάγγλια αποτελούν έναν πρωτόγονο εγκέφαλο. Οι κεραιές των γαστερόποδων λειτουργούν ως χημειουποδοχείς και όργανα αφής. Οι οφθαλμοί που βρίσκονται στο άκρο των κεραιών, στα στυλλοματοφόρα γαστερόποδα, όπου ανήκουν τα εδώδιμα σαλιγκάρια, ενώ στα βασοματοφόρα βρίσκονται στη βάση των κεραιών, όπως φαίνεται και από το όνομά τους. Και τα δύο φέρουν φωτουποδοχείς που σχηματίζουν ατελή εικόνα. Στο μακρύ

μυώδες πόδι τους, που καλύπτει σχεδόν όλο το μυϊκό σύστημα του ζώου, βρίσκονται επιφανειακές ραβδώσεις, ενώ το κεφάλι δεν ξεχωρίζει από το σώμα.

Το κέλυφος του σαλιγκαριού περιέχει 98% ασβέστιο και αποτελεί περίπου το 1/3 του σωματικού του βάρους (Wagge 1952). Είναι το προστατευτικό του κάλυμμα στο οποίο αποσύρει το σώμα του μέσα σε αυτό όταν υπάρχει κίνδυνος. Στα πνευμονοφόρα γαστερόποδα, το στόμιο του κελύφους κλείνει με επίφραγμα, ώστε το ζώο να προστατευτεί σε περιόδους ξηρασίας. Τα εσωτερικά του όργανα βρίσκονται μέσα στο κέλυφος σε σπειροειδές σχήμα, πάνω από το πόδι του (Εικ. 1.1).

Τα γαστερόποδα μπορεί να είναι γονοχωριστικά (Prosobranchia) ή ερμαφρόδιτα (Prosobranchia, Oristhobranchia και Pulmonata). Ωστόσο, στα περισσότερα είδη των ερμαφρόδιτων Γαστερόποδων απαιτούνται δύο άτομα ώστε να επιτευχθεί η αναπαραγωγή (Okpeze *et al.* 2007).



Εικόνα 1.1: Ανατομία του σαλιγκαριού *Helix aspersa* (Encyclopedia Britannica 2009)

3.1. Περιγραφή του είδους *Helix aspersa*

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

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

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

3.2. Γεωγραφική εξάπλωση

Το σαλιγκάρι *H. aspersa* είναι ένα από τα πιο επιτυχημένα είδη «εποικιστών» μεταξύ των χερσαίων πνευμονοφόρων γαστερόποδων, κάτι που αποδίδεται στην εξαιρετική ικανότητα προσαρμογής, η οποία είναι αποτέλεσμα των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του αναπαραγωγικού του συστήματος (π.χ. πολλαπλό ζευγάρι) και του βιολογικού του κύκλου (Selander and Kaufman, 1975; Madec and Daguzan,

1993). Γενικά, προτιμά υγρές περιοχές με ήπιο κλίμα, ελαφρύ έδαφος και χαμηλό υψόμετρο, αν και μερικές φορές συναντάται και σε υψόμετρο 1.000 m (Gallo, 1986; Δεσποτοπούλου, 2008).

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

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

3.3. Μορφολογία και βιολογία του *Helix aspersa*

Το σχήμα του κελύφους είναι κωνικοσφαιρικό και κυρτό στην κορυφή. Περιελίσσεται δεξιόστροφα γύρω από έναν κεντρικό άξονα, το στυλίσκο, σχηματίζοντας 4-5 σπείρες χωρίς να σχηματίζει ομφαλό. Το χρώμα και το πάχος του ποικίλουν ανάλογα με την ηλικία του ζώου και το περιβάλλον. Συνήθως είναι καστανοκίτρινο και παρεμβάλλονται σκούρες ζωνώσεις που ποικίλουν σε αριθμό και πλάτος. Οι βασικές λειτουργίες του κελύφους είναι η προστασία του ζώου από

περιβαλλοντικές αλλαγές (ιδιαίτερα από την απώλεια νερού), ενώ συμμετέχει και στο μεταβολισμό του ασβεστίου. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η ικανότητα αναγέννησης του κελύφους, η οποία εξαρτάται από το σημείο το οποίο αναγεννάται (γίνεται με μεγαλύτερη ταχύτητα στην περιφέρεια παρά στο εσωτερικό του κελύφους), αλλά και από τις περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμοκρασία, συγκέντρωση ασβεστίου και αλάτων κ.ά.).

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

Το σαλιγκάρι *H. Aspersa* είναι φυτοφάγο ζώο το οποίο τρέφεται με φύλλα, καρπούς και τρυφερούς βλαστούς των φυτών. Το πεπτικό σύστημα του ζώου αποτελείται από το στόμα, τη στοματική κοιλότητα, τον οισοφάγο, το στομάχο, το έντερο και τον πεπτικό αδένα. Η στοματική κοιλότητα φέρει την υποτυπώδη γνάθο και το ξύστρο. Η γνάθος είναι μια γερή χιτινώδης τοξοειδής κατασκευή που εντοπίζεται πίσω από το άνω χείλος του στόματος. Το ξύστρο είναι μια μεμβρανώδης κατασκευή κατά μήκος της στοματικής κοιλότητας που φέρει πολυάριθμα δόντια, μέχρι και 20.000, τα οποία βρίσκονται διαταγμένα σε πολλές σειρές. Λόγω της

ικανότητας που έχει να κινείται μπρος-πίσω συντελεί, μαζί με τον σίελο που παράγεται από τους σιελογόνους αδένες, στη λειοτρίβιση της τροφής πριν αυτή καταλήξει στο στομάχι. Η αντικατάσταση των παλιών ή κατεστραμμένων δοντιών του ξύστρου γίνεται με τη βοήθεια ενός χόνδρου, του *οδοντοφόρου*, που βρίσκεται στη βάση της στοματικής κοιλότητας. Τα αρχικά στάδια της πέψης γίνονται στο στομάχι και ολοκληρώνονται στον πεπτικό αδένα. Στην απέκκριση των προϊόντων του μεταβολισμού συμμετέχει ο νεφρός, ο οποίος καταλήγει μέσω του ουρητήρα στην απεκκριτική οπή που βρίσκεται κοντά στην έδρα (Selander and Kaufman, 1975).

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

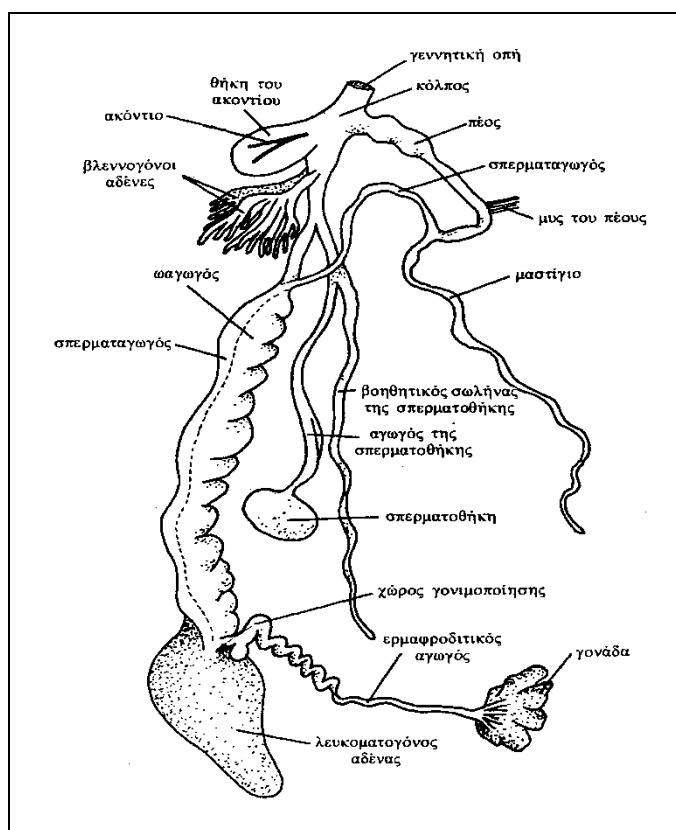
3.4.Βιολογικός κύκλος του *Helix aspersa*

Τα χερσαία Γαστερόποδα, είναι πιο δραστήρια σε περιβάλλον αυξημένης υγρασίας και κατά τη διάρκεια της νύχτας. Το 99% της δραστηριότητας των σαλιγκαριών, συμπεριλαμβανομένης της τροφοληψίας, εμφανίζεται κατά τη διάρκεια της νύχτας (Elmslie, 1989). Σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και χαμηλής ατμοσφαιρικής υγρασίας, (όπως οι καλοκαιρινοί μήνες στις Μεσογειακές χώρες) σφραγίζουν το στόμιο του κελύφους με μία μεμβράνη τριών στρώσεων, το επίφραγμα. Τα χερσαία γαστερόποδα μπορούν συχνά να βρεθούν σε τέτοιες συνθήκες (σε βραχώδεις και υπήνεμες ή κλειστές περιοχές). Η κατάσταση αυτή χαρακτηρίζεται ως διάπαυση (θερινή νάρκη). Στη φάση αυτή παραμένουν για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς δραστηριότητα και μπορεί να επιβιώσουν έτσι για αρκετούς μήνες (AnsartandVernon, 2003;Madec, 2003). Οι πληθυσμοί του *H. Aspersa* που επιβιώνουν σε ψυχρές κλιματικές ζώνες εμφανίζουν και χειμερία νάρκη. Στην εύκρατη ζώνη οι κύριες περίοδοι αύξησης των σαλιγκαριών στη φύση είναι η Άνοιξη και το Φθινόπωρο (AnsartandVernon, 2003;Madec, 2003).

Το συγκεκριμένο είδος, όπως και όλα τα χερσαία γαστερόποδα, είναι ερμαφρόδιτο και υποχρεωτικά ετερογονιμοποιούμενο (Koene and Chase, 1998a). Η αναπαραγωγική περίοδος του *H. aspersa* στις περιοχές της Μεσογείου συμβαίνει αργά την άνοιξη ή νωρίς το καλοκαίρι (Potts, 1975).Οι Igglessias *et al.*,(1996) αναφέρουν ότι το *H. Aspersa* στην Ισπανία αναπαράγεται δυο φορές το χρόνο, την Άνοιξη και το Φθινόπωρο. Στην Ελλάδα το είδος αυτό εμφανίζει μια αναπαραγωγική περίοδο το φθινόπωρο (Χατζηιωάννου, 2007).

Το *H. aspersa* είναι ερμαφρόδιτο ζώο, απαιτεί όμως τη συμβολή και δεύτερου ατόμου για την αναπαραγωγή του, γι αυτό χαρακτηρίζεται ως *ανεπαρκές ερμαφρόδιτο* σαλιγκάρι. Στο Σχ. 1, απεικονίζεται το γεννητικό σύστημα του *H. aspersa*. Κατά το

ζευγάρωμα γίνεται αμοιβαία ανταλλαγή σπερματοζωαρίων ή μονομερής μεταφορά προς το άλλο άτομο. Παρόλο που υπάρχει και η ικανότητα αυτογονιμοποίησης, η περίπτωση αυτή θεωρείται απίθανη ή τουλάχιστον εξαιρετικά σπάνια για το *H. aspersa*, αλλά και για την οικογένεια *Helicidae* γενικότερα. (Duncan, 1975; Selander & Kaufman, 1974). Το γεγονός αυτό αποδίδεται τόσο στην πρωτανδρική ωρίμανση του ζώου (τα σπερματοζωάρια δηλαδή ωριμάζουν πιο νωρίς από ότι τα ωάρια), όσο και σε διαφορετικούς ανατομικούς φραγμούς (Tompa, 1984).



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

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

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

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

4. Διατροφή σαλιγκαριών

4.1. Διατροφή στο φυσικό περιβάλλον

Τα χερσαία γαστερόποδα είναι φυτοφάγοι οργανισμοί, τρέφονται με χλωρά φυτά πλούσια σε πρωτεΐνη και ασβέστιο (Iglesias & Castillejo 1999, Chevalier *et al.* 2003) περιστασιακά δε καταναλώνουν φύλλα, ξύλο και νεκρά ζώα σε διαφορετικά στάδια αποσάθρωσης (Hatziiioannou *et al.* 1994, Barker 2001). Γαστερόποδα ακόμα και του ίδιου είδους που ζούνε σε διαφορετικά φυσικά περιβάλλοντα διατρέφονται με τελείως διαφορετικές τροφές οι οποίες περιλαμβάνουν φυτικά είδη όπως φυλλώδη λαχανικά, δημητριακά, εσπεριδοειδή και διάφορα χόρτα, όπως τριφύλλι, πικραλίδα, χαμομήλι και δενδρομολόχες (Pallant 1972, Hatziiioannou *et al.* 1994, Iglesias & Castillejo 1999, Chevalier *et al.* 2003, Thompson & Cheney 2007).

Η έξοδος από τα καταφύγια και η αναζήτηση της τροφής, για τα περισσότερα γαστερόποδα, συμβαίνει στη δύση του ήλιου. Η τροφή εντοπίζεται από τις κεραίες που έχουν στο κεφάλι τους και καθοδηγούνται από τις οσμές των τροφικών ειδών (Chase 1982). Το ποσοστό μιας τροφής που περιλαμβάνεται στη διαίτα των γαστερόποδων εξαρτάται από τη διαθέσιμη ποσότητα που υπάρχει στην περιοχή, οπότε θεωρητικά μπορεί να υπάρξει μια σχέση εξάρτησης. 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).

Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ότι η διατροφή των σαλιγκαριών στο φυσικό περιβάλλον αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για την αύξηση και την αναπαραγωγή τους (Boschi & Baur 2007). Έχει αποδειχθεί, ότι σε εντατικές συνθήκες εκτροφής του είδους *Cornu aspersum* το σαλιγκάρι φαίνεται να προτιμά

δίαιτες που βασίζονται σε φυτικές παρά σε ζωικές πρωτεΐνες, ενώ η επιλογή των πρώτων υλών, ειδικότερα των δημητριακών, είναι ένας σημαντικός παράγοντας, όσον αφορά τη γευστικότητα του σιτηρεσίου (Lazaridou-Dimitriadou *et al.* 1998). Το είδος αυτό τρέφεται κυρίως με οργανική ύλη που υπάρχει στο έδαφος, με τους φλοιούς των δέντρων και με λαχανικά και ταυτόχρονα αποτελεί παράσιτο αρκετών ειδών λαχανικών, δέντρων, σιτηρών, θάμνων και λουλουδιών (Dekle & Fasulo 2002).

4.2. Φυτά και σαλιγκαροτροφία

Το ιταλικό σύστημα ανοιχτού εκτροφείου, όπου χρησιμοποιεί μόνο φυτική τροφή, αναπτύχθηκε και συνεχίζει να αναπτύσσεται με γοργούς ρυθμούς, σε όλη την Ευρώπη και πολλές άλλες χώρες εκτός της Ε.Ε. (Avagnina 2011). Τα φυτά που χρησιμοποιούνται σε αυτό το σύστημα εκτροφής είναι κυρίως λαχανικά (Σέσκουλο, Ουγγρικό γουλί, Ιταλικό Ραδίκι) αλλά και ψυχανθή (Τριφύλλι) καθώς και Ηλίανθος. Η χώρα μας έχει υιοθετήσει τη μέθοδο εκτροφής ανοικτού συστήματος από την Ιταλία και διατηρεί επίσης σε μεγάλο βαθμό εμπορικές σχέσεις μαζί της.

Στη Γαλλία η οποία είναι η χώρα με τα περισσότερα εκτροφεία σαλιγκαριών, η πάχυνση των σαλιγκαριών γίνεται σε ανοικτά πάρκα ή σε διχτυοκήπια. Τα σαλιγκάρια διατρέφονται με αποξηραμένα σιτηρέσια με χλωρά φυτά ή με συνδυασμό και των δύο. Συνήθως στα ανοικτά πάρκα καλλιεργούνται από τρία έως πέντε είδη φυτών. Βασικά φυτά σε αυτό το σύστημα εκτροφής είναι τα ψυχανθή (μηδική και τριφύλλι) και διάφορα λαχανικά. Η μέθοδος εκτροφής έχει μεταφερθεί και στην Ελλάδα.

Στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια έχουν εγκατασταθεί και λειτουργούν επιχειρήσεις εκτροφής σαλιγκαριών που ακολουθούν ένα σύστημα κλειστής εκτροφής σε

διχτυοκήπια, στο έδαφος των οποίων καλλιεργούνται κτηνοτροφικά φυτά, όπως τα ψυχανθή (διάφορα είδη μηδικής και τριφυλλιού) και αγρωστώδη.

Τα φυτά σε όλα τα συστήματα εκτροφής σαλιγκαριών αποτελούν τροφή για τα εκτρεφόμενα ζώα, αλλά επίσης συμβάλλουν στη διατήρηση της υγρασίας και προσφέρουν στα εκτρεφόμενα σαλιγκάρια καταφύγιο, σκίαση, προστασία και το απαραίτητο περιβάλλον για την κινητική δραστηριότητά τους.

4.3. Θρεπτικές ουσίες και σιτηρέσια

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

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

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

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

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

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

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

4.3.1. Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες που περιέχονται στη ζωοτροφή αποτελούν το ένα από τα σημαντικότερα συστατικά τους μιας και επιδρούν περισσότερο από τις άλλες θρεπτικές ουσίες στην ανάπτυξη και αύξηση του ζωικού οργανισμού. Είναι

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

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

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

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

Το μόριο των πρωτεϊνών αποτελείται από αμινοξέα, τα οποία συνενούνται μεταξύ τους με ορισμένη αλληλουχία με πεπτιδικούς δεσμούς. Ανάλογα με τον αριθμό των ενωμένων αμινοξέων σχηματίζονται δι-, -τρι, -τετρα και πολυπεπίδια. Οι πεπτιδικοί δεσμοί και η αλληλουχία των αμινοξέων στο πολυπεπτιδικό μόριο συνιστούν την πρωτοταγή δομή των πρωτεϊνών, η πύκνωση του πολυπεπτιδίου τη

δευτεροταγή δομή και η παράπλευρη τοποθέτηση των πτυχωτών ή ελικοειδών πεπτιδικών αλύσεων, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο τα μονομερή αυτά μόρια σχηματίζουν μορφές ανωτέρας τάξης, συνιστούν την τριτοταγή δομή των πρωτεϊνών (Ζέρβας και συν., 2004).

4.3.2. Λιπίδια

Τα λιπίδια ή λίπη είναι μια μεγάλη ομάδα διαφορετικών ενώσεων, που είναι αδιάλυτες στο νερό και διαλυτές σε διάφορους οργανικούς διαλύτες (π.χ. χλωροφόρμιο, μεθανόλη, βενζόλιο). Υπάρχουν σε όλους τους ζωντανούς οργανισμούς (βακτήρια έως φυτά και ζώα). Με τον όρο λίπη εννοούνται οι ενώσεις που είναι στερεές σε θερμοκρασία δωματίου ενώ με τον όρο έλαια εκείνες που είναι ρευστές. Διακρίνονται σε :

-**Απλά** (ή ουδέτερα): τριακυλογλυκερόλες, κηροί, στερόλες

-**Σύνθετα** (ή πολικά): Φωσφολιπίδια, γλυκολιπίδια κ.λπ.

Τα λιπίδια όταν απορροφηθούν εντός του οργανισμού αποτελούν τους μεταφορείς των λιποδιαλυτών βιταμινών και των καροτενοειδών. Επίσης ένας από τους βασικότερους ρόλους των λιπιδίων της τροφής είναι η παροχή των απαραίτητων λιπαρών οξέων στον οργανισμό. Τα λιπαρά οξέα κατηγοριοποιούνται ανάλογα με την απουσία ή την ύπαρξη διπλών δεσμών στην ανθρακική τους αλυσίδα:

- **Κορεσμένα** (η ανθρακική τους αλυσίδα δεν περιέχει διπλούς δεσμούς)
- **Μονοακόρεστα** (έχουν ένα διπλό δεσμό στην ανθρακική τους αλυσίδα)
- **Πολυακόρεστα** (έχουν 2 ή περισσότερους διπλούς δεσμούς στην αλυσίδα μας)

Τα λιπίδια είναι οι πιο πλούσιες πηγές ενέργειας στη διατροφή όλων των ζωικών οργανισμών, συμπεριλαμβανομένων και των σαλιγκαριών, και οι κύριες αποθήκες ενέργειας για τον οργανισμό (Καραπαναγιωτίδης και Μεντέ, 2009).

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 απαραίτητο 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.* 2002, Pham *et al.* 2009, Lee & Pham 2010).

4.3.3. Υδατάνθρακες

Οι υδατάνθρακες είναι ενώσεις του C με το H₂ και O και περιέχονται σε αφθονία (75% της ξηρής ουσίας) στα φυτικά προϊόντα. Ο ρόλος των υδατανθράκων είναι η προσφορά ενέργειας. Στα εκτρεφόμενα είδη μάλιστα είναι φτηνή πηγή ενέργειας διότι γενικά τα φυτικά προϊόντα που είναι πλούσια σε υδατάνθρακες (π.χ. ρύζι, σιτάρι, σίκαλη κ.λπ.) έχουν και χαμηλή τιμή σε σχέση με τα υπόλοιπα συστατικά που περιέχονται στις τροφές (Καραπαναγιωτίδης και Μεντέ, 2009).

Οι υδατάνθρακες χωρίζονται σε:

- Μονοσακχαρίτες, όπως οι τριόζες, τετρούζες, πεντόζες, εξόζες, (γλυκόζη, γαλακτόζη, μαννόζη, φρουκτόζη κ.α.)
- Ολιγοσακχαρίτες, μερικοί μονοσακχαρίτες ενωμένοι μεταξύ τους όπως δισακχαρίτες (μαλτόζη, σακχαρόζη, λακτόζη) και τρισακχαρίτες (ραφινόζη)

- Πολυσακχαρίτες, πολλοί μονοσακχαρίτες ενωμένοι μεταξύ τους όπως το άμυλο, το γλυκογόνο, η κυτταρίνη, η ημικυτταρίνη, η χητίνη.

4.3.4. Βιταμίνες

Είναι οργανικές ενώσεις απαραίτητες για την διατήρηση της ζωής, της υγείας, της ανάπτυξης και της αναπαραγωγής των οργανισμών. Δρουνεπίσης ως συνένζυμα, είναι υπεύθυνα για την μεταφορά πρωτονίων και ηλεκτρονίων, έχουν ορμονική δράση και προστατεύουν τις κυτταρικές μεμβράνες μεταξύ άλλων. Οι βιταμίνες δεν συντίθενται από τον ζωικό οργανισμό ή συντίθενται ανεπαρκώς με αποτέλεσμα να υπάρχει διατροφική απαίτηση μέσω της τροφής (Καραπαναγιωτίδης και Μεντέ, 2009).

Υπάρχουν δυο κατηγορίες βιταμινών:

- ✓ Λιποδιαλυτές βιταμίνες (περιλαμβάνονται οι βιταμίνες A, D, E, και K), οι οποίες απορροφούνται από τον οργανισμό μαζί με τα λιπίδια της τροφής. Η περίσσεια τους συσσωρεύεται στο ήπαρ (κίνδυνος υπερβιταμίνωσης)
- ✓ Υδατοδιαλυτές βιταμίνες (περιλαμβάνονται οι βιταμίνες C και Β συμπλέγματος. Η περίσσεια τους αποβάλλεται εύκολα από τον οργανισμό.

4.3.5. Ανόργανα στοιχεία

Τα ανόργανα στοιχεία είναι δομικά συστατικά των κυττάρων και των ιστών, συστατικά οργανικών ενώσεων (αμινοξέων, βιταμινών, ενζύμων κ.λπ.), διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στον μεταβολισμό και στο σχηματισμό του σκελετού και των οστών. Διακρίνονται σε ιχνοστοιχεία (απαιτούνται σε μικροποσότητες) και μακροστοιχεία (απαιτούνται σε σχετικά μεγαλύτερες ποσότητες) από τους οργανισμούς (Καραπαναγιωτίδης και Μεντέ, 2009).

4.3.5.1. Απαιτήσεις Ca στη διατροφή

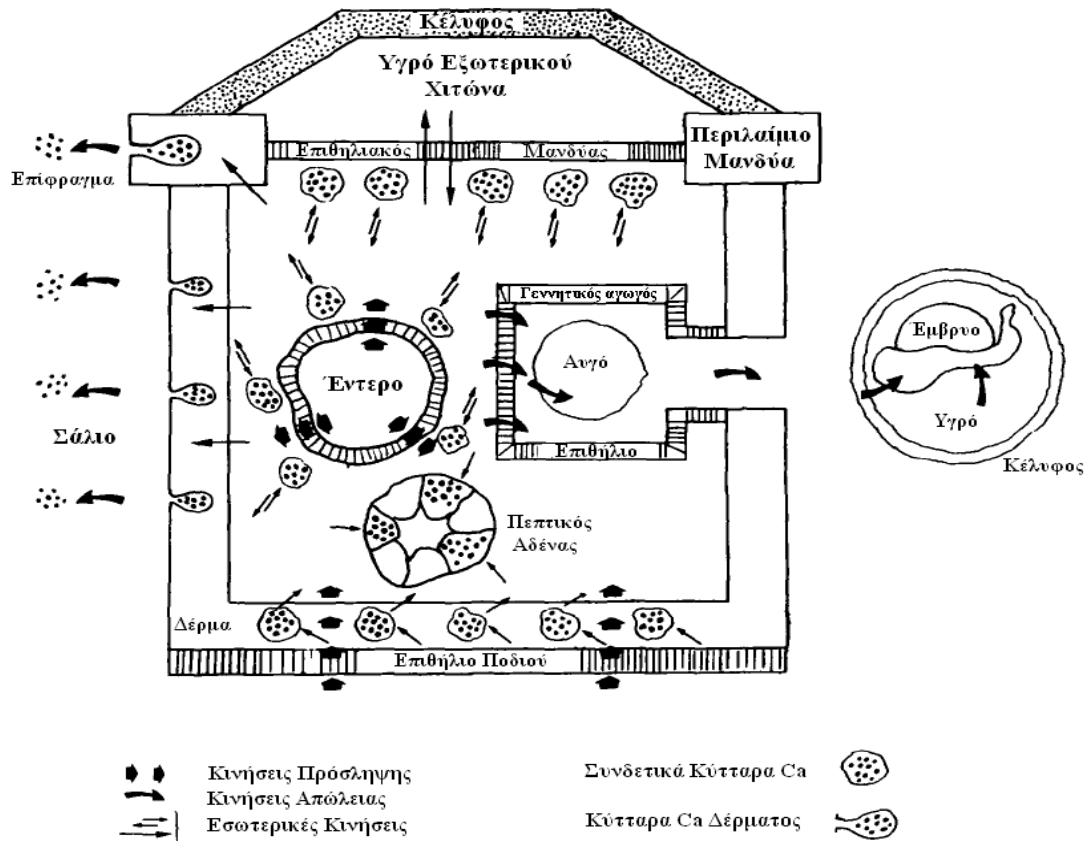
Λίγα είναι γνωστά για τις διαιτητικές ανάγκες των χερσαίων γαστερόποδων σε ασβέστιο. Γενικά, εκτιμάται ότι τα σαλιγκάρια, συμπεριλαμβανομένου του *Helix aspersa*, απαιτούν μεγάλες ποσότητες ασβεστίου για την ανάπτυξη και την αναπαραγωγή τους (Wagge 1952). Έχει αναφερθεί ότι τα Ευρωπαϊκά είδη, στο φυσικό τους περιβάλλον, καταναλώνουν τακτικά χώμα για την πρόσληψη ασβεστίου (Ireland 1991), αν και αυτό το φαινόμενο αμφισβητείται από τους Jess&Marks(1989). Τα χερσαία γαστερόποδα είναι επίσης ικανά να προσροφούν από το έδαφος επιλεγμένα ιόντα, συμπεριλαμβανομένου του ασβεστίου, διαμέσου του ποδιού που κινούνται (Ryder&Bowen 1977).

Επιπλέον, αν σκεφτεί κανείς ότι με το ανθρακικό ασβέστιο που προσροφά το σαλιγκάρι καλύπτει τις ανάγκες του για ανάπτυξη, για δημιουργία κελύφους, για δημιουργία κελύφους των αυγών, καθώς και για δημιουργία του ανθρακικού ακοντίου (αναπαραγωγή), το ασβέστιο φαίνεται να είναι ένας από τους πιο περιοριστικούς παράγοντες εξάπλωσης των σαλιγκαριών (Heller&Magaritz 1983, Fournié & Chétail 1984). Επίσης, υποστηρίζεται ότι τα σαλιγκάρια τείνουν να συγκεντρώνονται σε εδάφη και πέτρες πλούσιες σε ασβέστιο, αποφεύγοντας τα αργιλώδη εδάφη όπου το ασβέστιο εκλείπει, καθώς η ανάπτυξή τους σε τέτοια υποστρώματα, θα προκαλέσει τη δημιουργία λεπτού κελύφους (Peake 1978, Burton&Burton 2002).

Όσον αφορά τους μηχανισμούς αποθήκευσης του ασβεστίου στα σαλιγκάρια, φαίνεται να λαμβάνουν χώρα ενδοκυτταρικές και εξωκυτταρικές διαδικασίες ασβεστοποίησης (Gregoire 1972). Η εναπόθεση των ανόργανων στοιχείων στο κέλυφος, είναι μια από τις πιο διερευνημένες διαδικασίες ασβεστοποίησης και

φαίνεται να έχει μελετηθεί ένας μεγάλος πλούτος στοιχείων, σχετικά με τη δομή, τη διαμόρφωση και την ανάπτυξη του κελύφους (Gregoire 1972).

Στην Εικόνα 1.1 παρουσιάζεται σχηματικά ο μεταβολισμός του ασβεστίου στο σώμα των χερσαίων γαστεροπόδων (Fournié & Chétail 1984).



Εικόνα 1.1: Σχηματική αναπαράσταση των κινήσεων που πραγματοποιεί το ασβέστιο στο σώμα των χερσαίων γαστεροπόδων. Αν εξαιρεθεί η απώλεια των κόκκων ανθρακικού ασβεστίου από το περιλαίμιο του μανδύα και το δέρμα, όλα τα άλλα βέλη αφορούν μόνο τα ιόντα ασβεστίου. Το εσωτερικό διαμέρισμα μεταξύ των διαφόρων οργάνων, αντιπροσωπεύει την αιμολέμφο (Fournié&Chétail 1984).

Να σημειωθεί επίσης, ότι η ενδοκυτταρική ασβεστοποίηση στα σαλιγκάρια πραγματοποιείται σε θύλακες, που βρίσκονται στον πεπτικό αδένα και σε διάφορα μέρη του συνδετικού ιστού (Fournié & Chétail 1984), ενώ η μεγαλύτερη ποσότητα ασβεστίου αποθηκεύεται σε διάφορα σημεία, όπως το κέλυφος, τον πεπτικό αδένα, το

μανδύα του ποδιού, ακόμη και γύρω από τα αιμοφόρα αγγεία (Tompra & Watabe 1976).

Στον Πίνακα 1.2 παρουσιάζονται τα χορηγούμενα επίπεδα, καθώς και η πηγή προέλευσης του ασβεστίου που περιελάμβαναν τα σιτηρέσια διαφόρων πειραμάτων που έχουν διεξαχθεί με τα διάφορα είδη σαλιγκαριών.

Πίνακας 1.2: Επίπεδα (% του σιτηρεσίου) ασβεστίου διαφόρων πειραματικών σιτηρεσίων που έχουν μέχρι σήμερα χρησιμοποιηθεί.

Βιβλιογραφική αναφορά	Πηγή ασβεστίου	Είδος σαλιγκαριού	Ποσοστό πηγής ασβεστίου στο σιτηρέσιο (%)
García <i>et al.</i> 2005	Ανθρακικό ασβέστιο (CO ₃ Ca)	<i>Helix aspersa</i> Müller	23,7
Lazaridou-Dimitriadou <i>et al.</i> 1998	Δεν αναφέρεται	<i>Helix aspersa</i> Müller	8 – 10
Milinsk <i>et al.</i> 2003	Όξινο φωσφορικό ασβέστιο + ασβεστόλιθο	<i>Helix aspersa</i> <i>maxima</i>	17
Milinsk <i>et al.</i> 2006	Όξινο φωσφορικό ασβέστιο + άλευρο από κελύφη οστρακοειδών	<i>Helix aspersa</i> <i>maxima</i>	17
Wagge 1952	Φωσφορικό + ανθρακικό ασβέστιο	<i>Helix aspersa</i>	24

Τέλος αξίζει να σημειωθεί, ότι η προσφορά ασβεστίου στη διατροφή του *Helix aspersa*, ιδιαίτερα στο αρχικό στάδιο ανάπτυξης και πριν την έναρξη της ωοτοκίας, έχει κριθεί αναγκαία (Egonmwan 2008). Ωστόσο, στο σαλιγκάρι

Limicolaria flammea, παρατηρήθηκε ότι η κατανάλωση ασβεστίου στην περίοδο ωοτοκίας, μειώνεται αισθητά, γεγονός που δείχνει ότι το σαλιγκάρι αποθηκεύει ασβέστιο στο σώμα του μέχρι να το χρειαστεί. Όσον αφορά το σαλιγκάρι *Helix aspersa*, κατά την παραγωγή των αυγών του έχει παρατηρηθεί έντονη κινητικότητα του ασβεστίου στο εσωτερικό του οργανισμού, η οποία προκύπτει έμμεσα από το πεπτικό σύστημα (Tompa & Wilbur 1977, Beeby & Richmond 2001).

Οι Tompa & Wilbur (1977) υποστηρίζουν επίσης, ότι στο σαλιγκάρι *H. aspersa* κατά την παραγωγή των αυγών του, εμφανίζεται μια αύξηση στη συγκέντρωση του ασβεστίου στο αίμα της τάξης του 70 % και η οποία διατηρείται σε αυτά τα επίπεδα μέχρι το πέρας της αναπαραγωγικής περιόδου.

4.4. Διατροφικές απαιτήσεις του είδους *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.λ.π.), το συνολικό ενεργειακό περιεχόμενο της τροφής, την πρωτεϊνική πηγή της τροφής (το βαθμό πεπτικότητας της πρωτεΐνης της τροφής).

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.

Ένας τρόπος να καλύψουν τα σαλιγκάρια τις διαιτητικές τους απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά είναι να συμπεριλάβουν μεγαλύτερη ποικιλία τροφών στη διαίτα τους. 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. Η τροφή που υπερκαταναλώνεται είτε αποβάλλεται άπεπτη στο φυσικό περιβάλλον, χωρίς να αξιοποιούνται τα θρεπτικά συστατικά, είτε αποθηκεύεται στον οργανισμό ως λίπος.

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.

Η γνώση που υπάρχει σήμερα για τις απαιτήσεις σε **διαιτητική πρωτεΐνη** του εκτρεφόμενου *Helix 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 (από 10% έως 19%). Παρατηρήθηκε, 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 από 8% έως 14% συμπέρανε ότι τα σαλιγκάρια αυξήθηκαν περισσότερο όταν διατράφηκαν με σιτηρέσιο που περιείχε πρωτεΐνη 14%. Σε ένα άλλο διατροφικό πείραμα στο ίδιο είδος 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. 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. Τέλος ο Otchoumou (2005) σε σχετικό διατροφικό πείραμα στο αφρικανικό σαλιγκάρι *Achatina fulica*. συμπέρανε ότι 17,5% πρωτεΐνης στο σιτηρέσιο προσδίδει καλή ανάπτυξη

Στον Πίνακα 1.3 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 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. Ο Σαββάκης (2010) σε πείραμα με το είδος *H. aspersa* χρησιμοποίησε αραβοσιτέλαιο και 2,935 Kcal/g ολικής ενέργειας στα σιτηρέσια του. Η Μαρούλη και συν. (2012) χρησιμοποιήθηκε αραβοσιτέλαιο και 3,395 Kcal/g ολικής ενέργειας στα σιτηρέσια.

Πίνακας 1.3 Επίπεδα διαιτητικού λίπους και ολικής ενέργειας στα διάφορα διατροφικά πειράματα με εκτρεφόμενα σαλιγκάρια (ΑΠΟ ΜΑΡΟΥΛΗ ΚΑΙ ΣΥΝ. 2012)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ	Είδος σαλιγκαριού	Τύπος ελαίου που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα	Ενέργεια
Σαββάκης (2010)	<i>Helix aspersa</i>	Αραβοσιτέλαιο	2,935 Kcal/g
Καραπαναγιωτίδης και συν. (2011)	<i>Helix aspersa</i>	Αραβοσιτέλαιο	2,725 Kcal/g
Μαρούλη και συν. (2012)	<i>Helix aspersa</i>	Αραβοσιτέλαιο	3,395 Kcal/g
Otchoumou et al. (2005)	<i>Atchatina fulica</i>	Δεν αναφέρεται	2,78 Kcal/g
Milinsk et al. (2006)	<i>H. aspersa maxima</i>	Σογιέλαιο	2,51 Kcal/g
Milinsk et al. (2002)	<i>Helix aspersa maxima</i>	Σογιέλαιο, λινέλαιο, αραβοσιτέλαιο	2,45 Kcal/g

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Ansart, A. and Vernon P. (2003).** Cold hardiness in molluscs. Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. All rights reserved. *Acta Oecologica*, 24: 95–102.
- **Avagnina, G., (2011).** Snail farming. Cherasco: International institute of snail farming of Italy.
- **Barker G.M. (2001).** The biology of terrestrial molluscs. CABI Publishing, pp 558
- **Beeby, A., Richmond, L. (2001).** Calcium provision to eggs in two populations of *Helix aspersa* by parents fed a diet high in Lead. *Journal of Molluscan Studies*, 67:1-6.
- **Begg S. & McInness P. (2003).** Farming Edible Snails - Lessons from Italy. Publication No. 03/137, Printed by Union Offset Printing, Canberra, Australia: 1-13.
- **Beitz, D.C. (1985).** Physiological and metabolic systems important to animal growth: an overview. *Journal of Animal Science*, 61:1-20.
- **Bleakney, M.M., Fleming C.C. and Marks R.J. (1989).** Genetic and phenotypic variation in allopatric populations of *Helix aspersa* (Muller): A preliminary report. In ed. *Henderson I. Slugs and snails in world agriculture. BCPC Monograph*, No. 41: 319- 326.
- **Boschi, C., Baur, B. (2007).** Effects of management intensity on land snails in Swiss nutrient-poor pastures. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 120:243–249.

- **Burton, M., Burton, R., (2002).** International wildlife encyclopedia. Marshall Cavendish Corporation, New York, pp 576.
- **Charrier, M. and Daguzan J. (1980).** Etude du bilan hydrique et de son évolution en fonction de la température et de l'humidité relative chez *Helix aspersa* (Muller) (Mollusque Gastéropode Pulmoné). *Haliotis*, 10 (1): 33- 36.
- **Chase R. (1982).** The olfactory sensitivity of snails, *Achatina fulica*. Journal of Comparative Physiology 148:225-235
- **Cheney S. (1988).** Raising Snails. Special Reference Briefs Series no. SRB 88-04. Beltsville, MD: USDA, National Agricultural Library, 15 pp.
- **Chevalier, L., Le Coz-Bouhnik, M., Charrier, M. (2003).** Influence of inorganic compounds on food selection by the brown garden snail *Cornu aspersum* (Muller) (Gastropoda :Pulmonata). *Malacologia*, 45(1): 125-132.
- **Cobbinah, J. (1993).** Snail farming in west Africa : A practical Guide.
- **Daguzan, J. (1989).** L'élevage de l'escargot au héliiculture, en France: Etats actuels et perspectives. *Haliotis*, 19: 165- 175.
- **Dekle, G.W., Fasulo T.R. (2001).** Brown garden snail, *Helix aspersa* Müller (Gastropoda: Pulmonata: Helicidae). Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Florida, pp 4.
- **Duncan, C.J. (1975).** Functional Anatomy and Physiology. In Pulmonates, Vol. 1. Ed. Fretter V. and Peake J. Reproduction. Academic Press Inc., London, U.K.
- **Dupont-Nivet, M., Mallard, J., Bonnet, J.C., Blanc, J.M. (2000).** Direct and correlated responses to individual selection for large adult weight in the edible snail *Helix aspersa* Müller. Journal of Experimental Zoology, 287:80–85.

- **Egonmwan, R.I. (2008).** Effects of dietary calcium on growth and oviposition of the African land snail *Limicolaria flammea* (Pulmonata: Achatinidae). *International Journal of Tropical Biology*, 56:333-343.
- **Elmslie, L.J. (1989).** Snail farming in field pens in Italy. *British Crop Protection Council Monograph*, 41: 19-25.
- **Fournié, J., Chétail, M. (1984).** Calcium Dynamics in Land Gastropods. *American Zoologist*, 24:857-870.
- **Gomot, A. (1998).** Biochemical composition of *Helix* snails: influence of genetic and physiological factors. *Journal of Molluscan Studies*, 64: 173-181.
- **Gomot, A., Gomot L., Boukraa S. And Bruckert S. (1989).** Influence of soil on the growth of the land snail *Helix aspersa*. An experimental study of the absorption route for the stimulating factors. *Journal of Molluscan Studies*, 55: 1-7.
- **Grandi, A. and Panella F. (1978).** Composizione chimica e qualità proteica delle carni di *Helix aspersa* (Muller) e di *Helix lucorum* (Muller). *Quaderni del Centro di Coltura di Borgosesia*, 7: 113.
- **Gregoire, C. (1972).** Structure of the molluscan shell. *Chemical zoology*, 7:45-102.
- **Guiller A., Coutellec-Vreto M.A., Madec L. & Deunff J. (2001).** Evolutionary history of the land snail *Helix aspersa* in the Western Mediterranean: preliminary results inferred from mitochondrial DNA sequences. *Blackwell Science Ltd Molecular Ecology*, 10: 81-87.
- **Hatzioannou M., Eleutheriadis N. & Lazaridou-Dimitriadou M., (1994).** Food preferences and dietary overlap by terrestrial snails in Logos area

- (Edessa, Macedonia, Northern Greece). *Journal of Molluscan Studies*, 60: 331-341.
- **Heller, J., Magaritz, M. (1983).** From where do land snails obtain the chemicals to build their shells? *Journal of Molluscan Studies*, 49:116-121.
 - **Iglesias, J., Castillejo, J. (1999).** Field observations on feeding of the land snail *Helix aspersa*Müller. *Journal of Molluscan Studies*, 65:411-423.
 - **Ireland, M.P. (1991).** The effect of dietary calcium on growth, shell thickness and tissue calcium distribution in the snail *Achatinafulica*. *Comparative BiochemistryandPhysiology*, 98A:111-116.
 - **Koene, J.M. and Chase R. (1998a).** The love dart of *Helix aspersa*(Muller) is not a gift of calcium. *The Malacological Society ofLondon*. 64: 75-80.
 - **Lazaridou –Dimitriadou, M. and Kattoulas M. (1981).** Contribution a l' etude de la biologie et de la croissance des escargots commercialisesenCrece: *Eobaniavermiculata* (Muller) et *Helix aspersa* (Muller). *Haliotis*, 11: 129-137.
 - **Lazaridou-Dimitriadou, M. and Bailey SER. (1991).** Growth, reproduction and activity rhythms in two species of edible snails, *Helix aspersa*and *Helix lucorum*, in non 24-hour light cycles. *Journal of Zoology*,225:381–391.
 - **Lazaridou-Dimitriadou, M. and Kattoulas, M.E. (1985).** Edible and Commercialized Snails of Greece- Heliciculture. *Haliotis*. 11:129–137.
 - **Lazaridou-Dimitriadou, M., Alpoyanni E., Baka M., Brouziotis T., Kifonidis N., Mihaloudi E., Sioula D. and Vellis G. (1998).** Growth, mortality and fecundity in successive generations of *Helix aspersa*(Muller) cultured indoors and crowding effects on fast-, medium-and slow-growing snails of the same clutch. *Journal of Molluscan Studies*, 64:67–74.

- **Lazaridou-Dimitriadou, M., Kattoulas M. and Staikou A. (1983).** Searching for the Factors that Provoke Differences in Size and Weight of Snails (*Helix aspersa* (Müller) from two Different Populations, One from the Island of Crete and the Other from Peloponnesos (Greece). *J. Mollus. Stud.* 49: 89-93.
- **Lee S. M., Pham M. A. (2010).** Effect of protein sources on growth and body composition of snail, *Semisulcospiragottschei*. Journal of the world aquaculture society. Korea.
- **Madec, L. and Daguzan J. (1993).** Geographic variation in reproductive traits of *Helix aspersa* (Muller) studied under laboratory conditions. *Malacologia*,35 (1): 99-117.
- **Miletic, I., Miric M., Lalic Z. and Sobajic S. (1991).** Composition of lipids and proteins of several species of mollusks, marine and terrestrial, from the Adriatic sea and Serbia. *Food Chemistry*, 41: 303-308.
- **Milinsk, M.C., Padre G.R., Hayashi C., Oliviera C.C., Visentainer J.V., Souza N.E. and 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.
- **Milinsk, M.C., Padre R.G., Hayashi C., Souza N.E. and Matsushita M. (2003).** Influence of feeds enriched with different vegetable oils on the fatty acids profiles of snail *Helix aspersa maxima*. *Food Chemistry*, 82: 553–558.
- **Murphy, B. (2001).** Breeding and Growing Snails on a commercially level in Australia. Rural Industries Research and Development Corporation Publication, Moruya, pp 46.

- **Okpeze, C.N. (2007).** Effects of feeding on adult snails. In: African Journal of Biotechnology, Vol. 6(16).
- **Ozogul, Y., Ozogul F. and Olgunoglu A. (2005).** Fatty acid profile and mineral content of the wild snail (*Helix pomatia*) from the region of the south of the Turkey. *EurFoodResTechnol*, 221: 547–549.
- **Pallant D. (1972).** The food of the gray field slug, *Agriolimaxreticulatus* on grassland. *Journal of Animal Ecology*, 41: 761-769.
- **Peake, J. (1978).** Distribution and ecology of the Stylommatophora. Academic Press, 2A:429-526.
- **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, *Helicellavirgata*, in South Australia. *Australian journal of Zoology*, 17: 495-514.
- **Ports, D.C. (1975).**Persistence and Extinction of Local Populations of the Garden Snail *Helix aspersain* Unfavorable Environments. Department of Biological Sciences, University of California, *Springer-Verlag, Oeeologia*, 21: 313-334.
- **Ryder, T.A., Bowen, I.D. (1977).** The slug foot as a site of uptake of copper molluscicide. *Journal of Invertabrate Pathology*, 30:381-386.
- **Selander, R.K. and Kaufman D.W. (1975).** Genetic structure of the populations of the brown snail (*Helix aspersa*). *I.Macrogeographic radiation. Evolution*, 29: 385- 401.
- **Solem, A. (1977).** Classification of the land Mollusca. In eds. Fretter V. and J. Peale, 1978. Pulmonates. *Academic Press, London*.

- **Thompson, R., Cheney, S. (2007).** Raising Snails. U.S. Department of Agriculture Research Service. National Agricultural Library Beltsville.
- **Tompa, A.S. (1984).** Reproduction. In *The Mollusca*, Vol. 7 Ed. Wilbur K.M., *Academic Press Inc.*, Orlando, Florida.
- **Tompa, A.S., Watabe, N. (1976).** Calcified arteries in a gastropod. *Calcified Tissue International*, 22:159-172.
- **Tompa, A.S., Wilbur, K.M. (1977).** Calcium mobilization during reproduction in snail *Helix aspersa*. *Nature*, 270:53-54.
- **Wagge, L.E. (1952).** Quatitative studies of calcium metabolism in *Helix aspersa*. *J. Exp. Zool.*, 120:311-342.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Gallo,G. (1986).** Σαλιγκαροτροφία. *Εκδόσεις Ψιχάλου*, Αθήνα.
- **Γκόγκας, Α., Χατζηγιάννου Μ., Εξαδάκτυλος Α., Λαζαρίδου Μ. και Χρ. Νεοφύτου (2005).** Μεταποίηση και εμπορία των εδώδιμων σαλιγκαριών στην Ελλάδα.2^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Υδροβιολογίας και Αλιείας, Βόλος.
- **Δεσποτοπούλου, Α. (2006).** Επιλογή γεννητόρων του εδώδιμου σαλιγκαριού *Helix aspersa* σε σχέση με την αναπαραγωγική τους ικανότητα σε συνθήκες εντατικής εκτροφής. Πτυχιακή Διατριβή, Π.Θ.
- **Δεσποτοπούλου, Α. (2008).** Καταγραφή του σταδίου του γεννητικού συστήματος των σαλιγκαριών *Helix aspersa (Cornu aspersum)* (F1 γενιά) που προέρχονται από μονάδα εκτροφής. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Π.Θ.

- **Ζέρβας, Γ., Καλαϊσάκη Π. και Φεγγερού Κ. (2004).** Διατροφή αγροτικών ζώων. Εργαστήριο Διατροφής Ζώων, Τμήμα Ζωικής Παραγωγής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εκδόσεις Σταμούλης, σσ.35-56 και 160-210.
- **Καραπαναγιωτίδης Ι. και Μεντέ Ε. (2009).** Τεχνολογία ιχθυοτροφών. Πανεπιστημιακές παραδόσεις Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, σελ. 68.
- **Μαρκάκης, Σ. (1990).** Το σαλιγκάρι και η εκτροφή του. 2^η έκδοση. Χρονοπρές Α.Ε., Αθήνα.
- **Νεοφύτου, Χ. και Χατζηϊωάννου Μ. (2008).** Καθορισμός των ποιοτικών προδιαγραφών των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών *Helix aspersa*. Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Πυθαγόρας ΙΙ. (Ε.Π.Ε.Α.Ε.Κ. ΙΙ).
- **Σαββάκης Ν. (2010)** Η επίδραση σιτηρεσιών χαμηλού πρωτεϊνικού επιπέδου στην ανάπτυξη του εκτρεφόμενου σαλιγκαριού *H. aspersa*. Προπτυχιακή διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, σελ.60
- **Ταταρίδης Γ. (2012).** Οικονομική αξιολόγηση μικρών και μεσαίου μεγέθους μονάδων σαλιγκαροτροφίας στην Ελλάδα. Μεταπτυχιακή ερευνητική εργασία Τμήμα Αγροτικής Οικονομίας και Ανάπτυξης Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- **Χατζηϊωάννου Μ., (2011).** Πανεπιστημιακές παραδόσεις του μαθήματος Εκτροφή Γαστεροπόδων Αμφιβίων και Ερπετών. Τμήμα Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος: 1-98.
- **Χατζηϊωάννου, Μ. (2007).** Πανεπιστημιακές παραδόσεις του μαθήματος Εκτροφή Γαστεροπόδων Αμφιβίων και Ερπετών. Τμήμα Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

6. ABSTRACT

The effect of high dietary protein levels on growth of the farmed snail *Helix aspersa*

Helix aspersa is one of the main commercial species of snails worldwide while bred successfully in many countries in recent years . In Greece the breeding of the species is a dynamic, innovative and a growing field of animal production. In Heliculture, as in all forms of animal production, feeding type remains one of the most important factors for the growth and reproduction of animals. In open-extensive farms, snails, as exclusively vegetarians, feed on green foods, such as leafy vegetables, grains, herbs, etc. In intensive rearing, the diet of the species is based on the provision of dried (artificial) diets, composed of ingredients of plant origin and enhanced calcium content. The common practice in snail farms is the grant of poultry food, as well as large amounts (12-30%) of marble as the main source of calcium. However, scientific knowledge on the species requirements in nutrients are limited. The data on the dietary requirements of the species in protein is critical in achieving maximum animal development. The determination of the optimal level of protein in the diet will help in the economics of production by reducing the cost of food, which is one of the major operating costs in snail farms.