

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

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Εκτίμηση της ευρωστίας των πληθυσμών των εμπορικών ειδών των
νεροβατράχων του Ν. Ιωαννίνων»**

Δούσκα Χρυσαφούλα

Βόλος 2012

**«Εκτίμηση της ευρωστίας των πληθυσμών των εμπορικών ειδών των
νεροβατράχων του Ν. Ιωαννίνων»**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

- 1) **Μαριάνθη Χατζηιωάννου**, Λέκτορας, Εκτροφή Σαλιγκαριών και Βατράχων, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Επιβλέπουσα**,
- 2) **Ελένη Γκολομάζου**, Λέκτορας, Ιχθυοπαθολογία, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος**,
- 3) **Παναγιώτα Παναγιωτάκη**, Μόνιμη Επίκουρος Καθηγήτρια, Υδατοκαλλιέργειες, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος**.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους αυτούς τους ανθρώπους που συνέβαλλαν στο να φέρω εις πέρας την παρούσα Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω την Επιβλέπουσα της εργασίας αυτής, την κα Μαριάνθη Χατζηιωάννου για την αμέριστη βοήθεια και τη διαρκή υποστήριξή της, τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειράματος όσο και κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής μου, αποτελούμενη από τις κα Ελένη Γκολομάζου και κα Παναγιώτα Παναγιωτάκη, για τις πολύτιμες συμβουλές τους και την καθοδήγησή τους καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας.

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

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η εκτίμηση της ευρωστίας και της φυσικής κατάστασης των συμπατριων πληθυσμών των εδώδιμων νεροβατράχων της οικογένειας Ranidae στη Λίμνη Παμβώτιδα (Ιωαννίνων).

Χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 85 συμπατριοί νεροβάτραχοι των ειδών *Rana ridibunda*, *Rana epeirotica* και το υβρίδιο τους, από τρεις μηνιαίες δειγματοληψίες κατά τους μήνες Μάρτιο, Απρίλιο και Μάιο 2012. Για τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των βατράχων πραγματοποιήθηκαν έντεκα μετρήσεις μορφολογικών χαρακτηριστικών και υπολογίσθηκαν δέκα λόγοι, που χρησιμοποιούνται στη βιβλιογραφία ως αξιόπιστα μορφολογικά κριτήρια. Για την παρασιτολογική εξέταση έγινε λήψη δειγμάτων από διάφορα εσωτερικά όργανα, στη συνέχεια παρασκευή των παρασκευασμάτων και παρατήρησή τους σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Για τη διερεύνηση τυχόν διαφορών μεταξύ των δειγματοληψιών έγινε στατιστική επεξεργασία με τη μέθοδο Ανάλυσης της Διακύμανσης Μονής Κατεύθυνσης (one-way ANalysis Of VAriance – ANOVA), ενώ για την εξέταση τυχόν διαφορών μεταξύ του φύλου, πραγματοποιήθηκε Σύγκριση Δύο Δειγμάτων (Two - Sample Comparison), με το κριτήριο Kolmogorov-Smirnov Test.

Η αναλογία φύλου που προέκυψε ήταν αρσενικά : θηλυκά = 2,03. Το μέσο μήκος σώματος για τα αρσενικά ήταν $6,93 \pm 0,61$ cm, ενώ για τα θηλυκά ήταν $7,12 \pm 0,71$ cm και το μέσο ολικό βάρος για τα αρσενικά άτομα ήταν $31,50 \pm 10,40$ g, ενώ για τα θηλυκά $35,19 \pm 12,82$ g. Από τα αποτελέσματα αποδείχθηκε ότι η πλειοψηφία των μορφομετρικών παραμέτρων ήταν μεγαλύτερες στα θηλυκά άτομα απ' ό,τι στα αρσενικά. Ο δείκτης ευρωστίας κατά Fulton είναι μεγαλύτερος κατά το μήνα Απρίλιο ($11,25 \pm 1,12$) και στα θηλυκά τείνει να είναι μεγαλύτερος ($11,52 \pm$

0,94). Από τη στατιστική επεξεργασία, στατιστικά σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε στο ολικό και καθαρό βάρος μεταξύ των τριών δειγματοληψιών.

Όσον αφορά την παρασιτική μελέτη, ανιχνεύθηκαν Μυξοσπορίδια στο 5,82% του συνόλου των ατόμων, στο 7,02% των αρσενικών και στο 3,57% των θηλυκών, στο σύνολο των δειγματοληψιών. Το ποσοστό μόλυνσης αυξάνεται κατά το μήνα Μάιο, συγκεκριμένα το 12,90% του συνόλου, το 9,67% των αρσενικών και το 14,29% των θηλυκών ήταν προσβεβλημένα. Αντίθετα, το μήνα Απρίλιο τα ποσοστά μόλυνσης ήταν πολύ χαμηλά και συγκεκριμένα το 5% των αρσενικών είχαν προσβληθεί. Το μήνα Μάρτιο δεν ανιχνεύθηκαν παράσιτα.

Συνίσταται περαιτέρω μελέτη σχετικά με τα παράσιτα που ανιχνεύθηκαν στους νεροβατράχους της περιοχής.

Λέξεις κλειδιά: *Rana ridibunda*, *Rana epirotica*, υβρίδιο, δείκτης ευρωστίας, Myxosporea.

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
1.1 Γενικά	3
1.2. Συμπάτρια είδη <i>Rana ridibunda</i> , <i>Rana epeirotica</i> και το υβρίδιο τους.....	4
1.2.1. Συστηματική κατάταξη – Γεωγραφική εξάπλωση	4
1.2.2. Μορφολογία	6
1.2.3. Βιολογικός κύκλος	7
1.3. Οικονομική σημασία βατράχων.....	9
1.3.1. Διατροφική αξία σάρκας εδώδιμων βατράχων.....	9
1.3.2. Αλιεία βατράχων.....	9
1.3.3. Εκτροφή εδώδιμων βατράχων.....	11
1.4. Ασθένειες	12
1.4.1. Παράσιτα.....	13
1.4.2. Μύκητες	15
1.4.3. Βακτήρια	16
1.4.4. Ιοί.....	17
1.5. Σκοπός και αντικείμενο της μελέτης.....	18
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	19
2.1. Περιοχή μελέτης	19
2.2. Δειγματοληψία.....	19
2.3. Πειραματικά ζώα.....	20
2.4. Κατανομή σωματικού μήκους και ολικού βάρους	22
2.5. Αναγνώριση ειδών	22
2.6. Προσδιορισμός φύλου	23
2.7. Συσχέτιση σωματικού μήκους – ολικού βάρους	23
2.8. Δείκτης ευρωστίας	24
2.9. Παρασιτολογική μελέτη	25
2.10. Στατιστική επεξεργασία	28
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ	30
3.1 Κατανομή ολικού βάρους – σωματικού μήκους	35
3.2 Προσδιορισμός φύλου	36

3.3	Συσχέτιση ολικού μήκους – ολικού βάρους	37
3.4	Δείκτης ευρωστίας	39
3.5	Στατιστική επεξεργασία	45
3.5.1.	Ανά δειγματοληψία	45
3.5.1.1.	Μήκος σώματος	45
3.5.1.2.	Ολικό βάρος	46
3.5.1.3.	Καθαρό βάρος.....	47
3.5.2.	Ανά φύλο.....	48
3.5.2.1.	Μήκος σώματος	48
3.5.2.2	Ολικό βάρος	49
3.5.2.3	Καθαρό βάρος.....	50
3.6.	Παρασιτολογική Εξέταση	52
3.6.1	Μυξοσπορίδια.....	54
4.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	57
5.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	58
5.1.	Ξένη Βιβλιογραφία.....	58
5.2.	Ελληνική Βιβλιογραφία.....	62
5.3.	Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία	62
6.	ABSTRACT	63

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Τα αμφίβια ανήκουν στα σπονδυλωτά ζώα και όπως υποδεικνύει και το όνομά τους, μπορούν να ζήσουν στο νερό και στην ξηρά. Η κλάση των αμφιβίων περιλαμβάνει περίπου 4200 είδη, τα οποία κατατάσσονται σε τρεις τάξεις: τα άποδα (Gymnophiona), ουροδελή (Caudata) και τα άνουρα (Anura). Στην τάξη των Ανούρων ανήκουν οι βάτραχοι και οι φρύνοι και περιλαμβάνει περίπου 3400 είδη. Συναντώνται σχεδόν παντού εκτός από τις πολικές ζώνες (Hickman et al., 2005).

Το σώμα των αμφιβίων χαρακτηρίζεται από το γυμνό και συνήθως γλοιώδες δέρμα του, εξαιτίας των άφθονων βλεννωδών αδένων. Στο σώμα διακρίνεται η κεφαλή και ο κορμός, ενώ στα ενήλικα άτομα δεν υπάρχει λαιμός και ουρά (Hickman et al., 2005). Στο πρώτο δάκτυλο του πρόσθιου μέλους στα αρσενικά, εμφανίζονται κατά την αναπαραγωγική περίοδο συζευκτικοί τύλοι και είναι σκούρου χρώματος παχύνσεις. Ένα άλλο φυλετικό χαρακτηριστικό των αρσενικών είναι η ύπαρξη δύο φωνητικών σάκων που υπάρχουν στις δύο γωνίες του στόματος (Schneider et al., 1984).



Εικόνα 1.1. Εσωτερική και εξωτερική μορφολογία αρσενικού ατόμου. Χαρακτηριστική είναι η ύπαρξη του τύλου.



Εικόνα 1.2. Εσωτερική μορφολογία θηλυκού ατόμου.

1.2. Συμπάτρια είδη *Rana ridibunda*, *Rana epeirotica* και το υβρίδιό τους

1.2.1. Συστηματική κατάταξη - Γεωγραφική εξάπλωση

Πίνακας 1.1. Συστηματική κατάταξη του είδους *Rana ridibunda* (Behler & Behler, 2005).

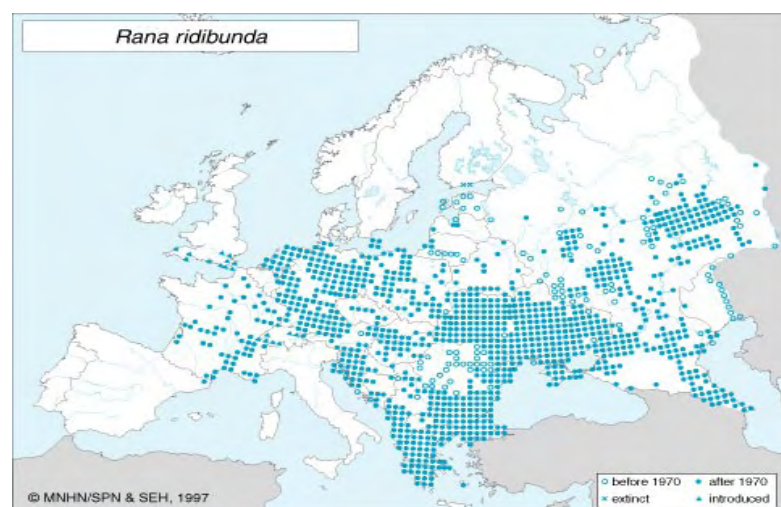
Βασίλειο	Animalia (Ζώα)
Φύλο	Chordata (Χορδωτά)
Υπόφυλο	Vertebrata (Σπονδυλωτά)
Κλάση	Amphibia (Αμφίβια)
Τάξη	Anura (Άνουρα)
Οικογένεια	Ranidae
Γένος	Rana
Είδος	<i>Rana ridibunda</i> / <i>Rana epeirotica</i>

Το είδος *Rana ridibunda* είναι ευρέως διαδεδομένο στην Κεντρική και Νότια Ευρώπη, καθώς και στη Δυτική Ασία (Arıkan et al., 1998). Προτιμά ενδιαιτήματα με θερμοκρασία νερού γύρω στους 15°C. Ανήκει στο γένος *Rana* που περιλαμβάνει 665 είδη, από τα οποία τα 29 συναντώνται στην Ευρώπη. Οι βάτραχοι που ζουν σε

νοτιότερες περιοχές συχνά έχουν ανοιχτό πράσινο χρώμα στη ραχιαία επιφάνειά τους (Sofianidou & Schneider, 1989).

Το *Rana epeirotica* είναι ενδημικό είδος και εμφανίζεται κυρίως σε περιοχές του Ιονίου πελάγους, στη Δυτική Ελλάδα και στη Νότια Αλβανία. Η εξάπλωση του προς τα νότια φτάνει ως τη Βορειοδυτική Πελοπόννησο (Sofianidou & Schneider, 1989). Συναντάται σε διάφορα ενδιαιτήματα, όπως κανάλια που συνδέονται με ποτάμια ή λίμνες, τέλματα, ελώδεις περιοχές λιμνών και βάλτων και σε στάσιμα ποτάμια. Συνήθως εμφανίζεται σε πεδινές περιοχές, έως 500 m από τη στάθμη της θάλασσας (Gasc, 1997, Arnold & Ovenden, 2002).

Στη Λίμνη Παμβώτιδα και γενικότερα στις υδατοσυλλογές της περιοχής παρατηρείται συνύπαρξη του *Rana ridibunda* με το *Rana epeirotica* και των υβριδίων τους. Στα υβρίδια παρατηρείται υβριδογένεση, κατά την οποία τα υβρίδια κατά τη μείωση διατηρούν μόνο μία πλήρη σειρά χρωμοσωμάτων που προέρχεται από το ίδιο πάντα γονεϊκό είδος, το *Rana epeirotica*. Αν και υβρίδια παρατηρούνται και στα δύο φύλα, στην προαναφερθείσα περιοχή δεν συναντάται υβριδικό αρσενικό (Radojicic, 2008).



Εικόνα 1.3. Γεωγραφική κατανομή του *Rana ridibunda* στην Ευρώπη (<http://www.waza.org>).



Εικόνα 1.4. Γεωγραφική κατανομή του *Rana epeirotica* (http://tolweb.org/Rana_epeirotica/17495).

1.2.2. Μορφολογία

Το *Rana ridibunda* είναι το μεγαλύτερο σε μέγεθος αυτόχθονο είδος στην Ευρώπη με μέγιστο καταγεγραμμένο μήκος τα 17 cm, τα αρσενικά είναι μικρότερα, περίπου 12 cm. Το κεφάλι είναι αναλογικά μεγάλο και τα πίσω πόδια είναι μακριά και προσφέρουν εξαιρετικές ικανότητες στα άλματα (Kuzmin et al. 2004).

Το δέρμα είναι μαλακό και υγρό και υπάρχει μεγάλη ποικιλομορφία στα χρώματα και σχέδια του δέρματος, που κυμαίνεται από σκούρο πράσινο έως καφέ. Το δέρμα συνδέεται πολύ χαλαρά με το σώμα κατά μήκος ορισμένων γραμμών, σχηματίζοντας μία σειρά από λεμφικούς σάκους. Συνήθως φέρει και σκούρες κηλίδες, κυρίως καφέ ή μαύρου χρώματος, που διαφέρουν ως προς το μέγεθος, τον αριθμό και την κατανομή (Arnold & Ovenden, 2002).

Το πρόσθιο μέρος της ραχιαίας επιφάνειας είναι πράσινο, ενώ το οπίσθιο μέρος είναι συνήθως καφέ. Συνήθως και η εσωτερική επιφάνεια των οπισθίων μελών είναι καφέ χρώματος. Οι κηλίδες στην επιφάνεια είναι μεγάλες, πολυάριθμες και ευδιάκριτες,

εξαιτίας του καφέ χρώματος. Στη νοτιαία πλευρά υπάρχουν πλευροραχιαίες πτυχές και σε πολλά άτομα μία μεσοραχιαία γραμμή. Οι τυμπανικές μεμβράνες των βατράχων είναι καφέ (Schneider et al., 1984). Τα αρσενικά έχουν μεγάλους γκρι φωνητικούς σάκους, σε σχήμα αχλαδιού, που επεκτείνονται πλήρως. Το τρίτο δάκτυλο του ποδιού είναι χαρακτηριστικά πολύ μεγάλο (Arnold & Ovenden, 2002).

Τα περισσότερα άτομα του *Rana epeirotica* έχουν πράσινη / λαδί ραχιαία επιφάνεια με πολλές, μεγάλες και ακανόνιστες κηλίδες χρώματος σκούρου πράσινου. Πολλά άτομα διαθέτουν στο μέσο της ραχιαίας επιφάνειας τους μία λωρίδα ανοιχτού πράσινου χρώματος. Οι πλευροραχιαίες πτυχές είναι χαμηλά στη ραχιαία πλευρά του σώματος. Τα τύμπανα έχουν πράσινο χρώμα χωρίς σκούρο περίγραμμα. Οι φωνητικοί σάκοι των αρσενικών είναι σφαιρικοί με χρώμα σκούρο γκρι ως μαύρο κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου. Η πλάγια επιφάνεια του σώματος έχει κίτρινο χρώμα (Schneider et al., 1984).

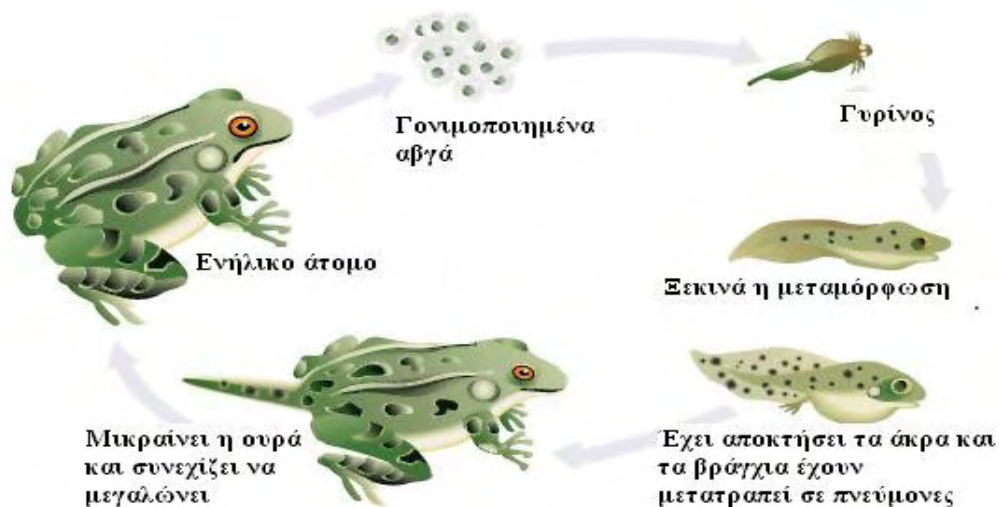
Στα υβρίδια η ραχιαία επιφάνεια είναι ανοιχτού πράσινου χρώματος με λίγες, συνήθως κυκλικές, σκούρες πράσινου χρώματος κηλίδες. Οι πλευροραχιαίες πτυχές είναι πιο χαμηλά απ' ό τι στα *Rana ridibunda*. Τα τύμπανα έχουν μπρονζέ χρώμα. Οι φωνητικοί σάκοι είναι γκρι – σκούρου γκρι χρώματος και έχουν σφαιρικό σχήμα (Schneider et al., 1984).

1.2.3. Βιολογικός κύκλος

Η έναρξη της αναπαραγωγικής περιόδου πραγματοποιείται ένα μήνα μετά από την παύση της χειμερινής νάρκης και εξαρτάται από διάφορους περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως τη θερμοκρασία, τη βροχόπτωση και τη φωτοπερίοδο.

Η γεννητική ωρίμανση είναι ένα κρίσιμο στάδιο στο βιολογικό κύκλο ζωής των βατράχων, καθώς και η ηλικία και το μέγεθος των ατόμων που επιτυγχάνεται η ωρίμανση. Επηρεάζεται από πολλούς βιοτικούς και αβιοτικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες (Miaud et al., 1999).

Οι βάτραχοι έχουν πολύπλοκο κύκλο ζωής, που περιλαμβάνει τα στάδια: αυγό, γυρίνος, νεαρό άτομο και ενήλικο. Οι γυρίνοι εκκολάπτονται έπειτα από μία εβδομάδα, αλλά δεν μπορούν να μεταμορφωθούν, εξαιτίας της χειμερίας νάρκης που μεσολαβεί μέχρι την επόμενη άνοιξη (archipelago). Καθώς τα αβγά εκκολάπτονται, εμφανίζονται οι γυρίνοι, που είναι υδρόβιοι οργανισμοί, με ύπαρξη ουράς και αναπνοή μέσω βραγχίων. Στο δεύτερο στάδιο αρχίζει η μεταμόρφωση και σταδιακά η απόκτηση άκρων και η μετατροπή των βραγχίων σε πνεύμονες. Στο τελευταίο στάδιο της μεταμόρφωσης μικραίνει η ουρά, μεγαλώνουν τα άκρα και μοιάζει αρκετά μορφολογικά στο ενήλικο άτομο. Σε αυτό το στάδιο το νεαρό άτομο είναι αρκετά ευάλωτο σε θήρευση, λόγω της μικρής ουράς, που δεν επιτρέπει την ταχεία κολύμβηση, αλλά και της δυσκολίας πραγματοποίησης αλμάτων με τα οπίσθια μέλη (Van Buskirk & Saxer, 2001).



Εικόνα 1.5. Χαρακτηριστικός βιολογικός κύκλος ζωής (<http://www.ifrog.us/ifacts/>).

1.3. Οικονομική σημασία βατράχων

1.3.1. Διατροφική αξία σάρκας εδώδιμων βατράχων

Το εμπόριο των βατράχων παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον σε πολλές χώρες της Ευρώπης και της Αμερικής, λόγω του νόστιμου κρέατος και της γεύσης που μοιάζει πολύ με το κρέας του κοτόπουλου. Τα κύρια είδη εδώδιμων βατράχων είναι: *Rana catesbeiana*, *Rana tigrina*, *Rana esculanta*, *Rana ridibunda* and *Lexadactyla ocellatus* (Tokur et al., 2008)

Πίνακας 1.2. Διατροφική αξία του βατράχου συγκριτικά με το κρέας άλλων ζωικών οργανισμών (Tokur et al., 2008).						
Είδος	Πρωτεΐνες (g)	Λιπίδια (g)	Ασβέστιο (mg)	Σίδηρος (mg)	Φώσφορος (mg)	Θερμίδες (kcal)
Βάτραχος	16,4	0,3	18	1,5	147	73
Κοτόπουλο	20,8	9,2	11	0,7	174	172
Γάδος	17,8	0,7	16	0,4	203	82
Κοινό χταπόδι	14,9	1	53	5,3	186	82
Αστακός	20,5	0,6	61	0,4	185	98

1.3.2. Αλιεία βατράχων

Οι άγριοι βάτραχοι επί το πλείστον εισάγονται από την Ινδονησία, την Τουρκία, την Κίνα, το Βιετνάμ, την Ταϊλάνδη και την Ινδία. Το 2001 εκτιμάται ότι εισήχθησαν 8.000 ton στην Ευρώπη, 2.232 ton το 2004 και 2.876 ton το 2005 στις Η.Π.Α (Tokur et al., 2008).

Οι βάτραχοι και οι γυρίνοι κατέχουν σημαντικό ρόλο στο οικοσύστημα, καθώς συντελούν στην εξισορρόπηση του οικοσυστήματος, αφού αποτελούν τροφή για πολλούς άλλους οργανισμούς, αλλά και καταναλώνουν οργανισμούς, όπως παράσιτα και έντομα. Επίσης, οι γυρίνοι καταναλώνουν βακτήρια και φύκη μειώνοντας τον

ευτροφισμό των υδάτων. Σύμφωνα με έρευνες οι βάτραχοι είναι πολλοί ευαίσθητοι στις αλλαγές του φυσικού περιβάλλοντος, όπως η ρύπανση και οι κλιματικές αλλαγές, που οδηγούν στην αύξηση της θερμοκρασίας και της υπερϊώδους ακτινοβολίας. Η μεγάλη διαπερατότητα του δέρματος του βατράχου μπορεί να απορροφήσει ταχεία τοξικές ουσίες, όπως φυτοφάρμακα, που μπορεί να έχουν ορμονοδιασπαστικό αποτέλεσμα.

Σύμφωνα με το IUCN τα αμφίβια ανήκουν στα πιο απειλούμενα είδη άγριας ζωής με το 42% των καταγεγραμμένων ειδών να απειλείται. Οι μεγαλόσωμοι βάτραχοι απειλούνται περισσότερο, καθώς σε εθνικό και διεθνές επίπεδο αλιεύονται για το κρέας τους. Σε μερικές Ευρωπαϊκές και Ασιατικές χώρες καταναλώνεται το κρέας τους εδώ και αιώνες, ωστόσο τα τελευταία χρόνια παρατηρείται παγκοσμίως αύξηση της ζήτησης. Ο συνδυασμός της αύξησης του ανθρώπινου πληθυσμού, της αύξησης του αγοραστικού δυναμικού, της υποβάθμισης των βιοτόπων, έχει καταστροφικές συνέπειες για πολλούς άγριους πληθυσμούς βατράχων.

Μέχρι πριν από μία δεκαετία οι άγριοι πληθυσμοί κάλυπταν το 95% της παγκόσμιας ζήτησης για βατραχοπόδαρα. Η μεγαλύτερη εισαγωγή βατραχοπόδαρων παγκοσμίως πραγματοποιείται στην Ε.Ε., με τη μεγαλύτερη κατανάλωση να παρατηρείται στη Γαλλία, Ιταλία, Βέλγιο και Ολλανδία. Ακολουθούν οι Η.Π.Α, Καναδάς και Ιαπωνία. Ενώ η μεγαλύτερη εξαγωγή παρατηρείται στο Ταϊβάν, Εκουαδόρ, Μεξικό και Κίνα.

Στην Ευρώπη είναι έντονη η αλιευτική πίεση που δέχονται τα είδη, κυρίως του πράσινου βατράχου, ιδιαίτερα στη Γαλλία με τις ετήσιες συλλήψεις να προσεγγίζουν τους 40 – 70 ton. Την περίοδο 2000 – 2009 εισήχθησαν στην Ευρώπη 46.400 βατραχοπόδαρων, κυρίως από την Ασία. Εάν για ένα κιλό βατραχοπόδαρων

απαιτούνται 20 - 50 βάτραχοι, τότε μπορεί να εισήχθησαν στην Ευρώπη σε μία δεκαετία 928 εκ – 2,3 δις βάτραχοι.

1.3.3. Εκτροφή εδωδιμων βατράχων

Η παγκόσμια μείωση των βατράχων και η αυξανόμενη ζήτησή τους έχει οδηγήσει στην εκτροφή βατράχων. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Τροφίμων (FAO), το 1980 το 3% της παγκόσμιας αγοράς βατράχων προερχόταν από υδατοκαλλιέργεια και το ποσοστό αυτό αυξήθηκε σε 15% το 2002 (Tokur et al., 2008).

Η εκτροφή βατράχων ήδη εφαρμόζεται σε αρκετές χώρες, όπως στη Βραζιλία, στο Ταιβάν, στις Η.Π.Α, στην Κίνα και στο Μεξικό. Η παγκόσμια παραγωγή εκτρεφόμενων βατράχων έχει αυξηθεί σημαντικά κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1990, φτάνοντας 1.600 – 2.400 ton (Altherr et al., 2011).

Πολλές έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί τα τελευταία χρόνια για την εκτροφή βατράχων, αλλά εξακολουθούν να υπάρχουν προβλήματα που αφορούν κυρίως στη διατροφή και στη διαχείριση των ασθενειών. Συγκεκριμένα για την εκτροφή 185 g (0,41 £) του είδους *Rana catesbeiana*, απαιτούνται 520 g (1,15 £) ζωντανής τροφής. Επίσης, υπάρχει περίπτωση μόλυνσης των βατράχων από βακτήρια ακόμα και σε καλές συνθήκες υγιεινής (Lutz & Avery, 1999).

Η εμπορική εκτροφή βατράχων δεν έχει ιδιαίτερα αναπτυχθεί, διότι είναι ευάλωτοι οργανισμοί και έχουν περίπλοκο κύκλο ζωής. Τα συστήματα εκτροφής που έχουν εφαρμοστεί περιλαμβάνουν ημιφυσικά συστήματα, συστήματα τεχνητών λιμνών, καθώς και εργαστηριακή εκτροφή για την έρευνα. Τα ημιφυσικά συστήματα αντιμετωπίζουν προβλήματα θήρευσης, καννιβαλισμού, ασθενειών, ποιότητας νερού, διαθεσιμότητας τροφής και διακύμανσης της θερμοκρασίας. Τα τεχνητά συστήματα, επίσης, αντιμετωπίζουν προβλήματα καννιβαλισμού, ασθενειών και ανεπαρκούς

διατροφής, λόγω των ελάχιστων εναλλακτικών λύσεων για ζωντανή τροφή. Οι περισσότερες εκτροφές βατράχων χρησιμοποιούν τις τεχνητές λίμνες. Το υψηλό κόστος καθιστά δύσκολο τον ανταγωνισμό με την αλιεία των άγριων ειδών (Lutz & Avery, 1999).

Για την πρόληψη βακτηριακών ασθενειών, σημαντική είναι η καθημερινή παρακολούθηση και η τήρηση καλών συνθηκών υγιεινής. Επιπλέον, διατροφικά πλήρεις ζωοτροφές πρέπει να δίνονται για κάθε στάδιο ανάπτυξης του βατράχου. Οι διατροφικές ανάγκες και οι εγκαταστάσεις είναι διαφορετικές και περιλαμβάνουν τις εγκαταστάσεις για γεννήτορες, τα εκκολαπτήρια, την προπάχυνση και την πάχυνση.

Πίνακας 1.3 Τυπική ανάπτυξη και πρόσληψη τροφής για το εκτρεφόμενο είδος *Rana catesbeiana* (Lutz & Avery, 1999).

Ηλικία σε μήνες	Μέσο βάρος (g)	Μέση ημερήσια κατανάλωση (g)
0	5	-
1	10	0,50
2	22	1,09
3	35	1,22
4	50	1,72
5	75	2,63
6	105	3,67
7	140	4,90
8	175	6,12

1.4. Ασθένειες

Η μείωση του πληθυσμού των βατράχων σχετίζεται μερικές φορές με την εμφάνιση βακτηρίων, ιών, μυκήτων και παρασίτων (Waldman et al., 2001). Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αυξημένο το ενδιαφέρον για το ρόλο τους στην παγκόσμια μείωση των πληθυσμών (Daszak et al., 2003). Οι εκτρεφόμενοι βάτραχοι είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι και οι ασθένειες που εμφανίζονται, συνήθως συνδέονται με άμεσα ή έμμεσα με τις διαχειριστικές πρακτικές που εφαρμόζονται. Συναντώνται στους

βάτραχους και μη λοιμώδεις ασθένειες, όπως νεοπλασία, ανεπάρκεια θρεπτικών συστατικών και παρουσία χημικών τοξικών (Densmore & Green, 2007).

1.4.1. Παράσιτα

Παράσιτο είναι ένας οργανισμός που ζει και αναπτύσσεται σε βάρος ενός οργανισμού, που ονομάζεται ξενιστής και απορροφά τα θρεπτικά συστατικά του. Διακρίνονται σε ενδοπαράσιτα, όταν ζουν στο εσωτερικό του οργανισμού και εξωπαράσιτα, όταν ζουν εξωτερικά του ξενιστή. Τα παράσιτα μπορεί να παραμένουν σε έναν ξενιστή καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους ή να εναλλάσσουν τους ξενιστές.

Τα παράσιτα διακρίνονται σε πρωτόζωα και μετάζωα. Τα πρωτόζωα είναι μονοκύτταροι ευκαρυωτικοί οργανισμοί. Πολλά από αυτά χαρακτηρίζονται από ζωηρή κίνηση που γίνεται με διάφορους τρόπους και έχουν ποικίλο σχήμα και μέγεθος. Τα μετάζωα είναι πολυκύτταροι οργανισμοί, με σαφή κυτταρική διαφοροποίηση, σχήμα και μέγεθος.

Η έρευνα και η μελέτη των παρασίτων ανθρώπων, ζώων και φυτών αποτελεί αντικείμενο της παρασιτολογίας (Αντωνιάδης και συν., 2005). Η επιστήμη της παρασιτολογίας είναι ένας από τους νέους τομείς του 20ού αιώνα και είναι μία ταχύτατα εξελισσόμενη επιστήμη (Sandeman, 2001).

Τα κοκκίδια είναι από τα πιο διαδεδομένα παθογόνα πρωτόζωα που βρίσκονται σε σπονδυλωτά. Το *Goussia sp.* περιλαμβάνει πολλά είδη και όλα παρασιτούν σε υδρόβια σπονδυλωτά, κυρίως ψάρια και αμφίβια. Κάθε ώριμη ωοκύστη διαμέτρου 8-14 μm έχει τέσσερις ωοειδείς σποροκύστες μήκους 5-8 μm. Σε κάθε σποροκύστη διακρίνονται δύο σποροζώϊδια. Το παράσιτο αυτό εντοπίζεται κυρίως στο γαστρεντερικό σύστημα, στο ήπαρ, στον σπλήνα, στη χοληδόχο κύστη και στους

νεφρούς. Στον ευρωπαϊκό νεροβάτραχο (*Rana ridibunda*) έχει εντοπιστεί το είδος *Goussia neglecta*. Κυρίως αυτό το παράσιτο εντοπίζεται στους γυρίνους και στα νεαρά άτομα (Jirku & , Modrý, 2006).

Το τρυπανόσωμα οφείλεται σε μαστιγοφόρα παράσιτα του αίματος και προκαλεί τρυπανοσώμωση σε πολλά σπονδυλωτά και τον άνθρωπο. Το μέγεθος του πρωτόζωου ποικίλλει και ο βιολογικός του κύκλος μπορεί να είναι άμεσος ή έμμεσος (Φώτης & Αγγελίδης, 2003). Έντονο σύμπτωμα στους βάτραχους είναι η σπληνομεγαλία. Στα Ranidae εντοπίζονται διάφορα είδη του *Trypanosoma sp.* (Werner et al., 1988).

Οι πλατυέμινθες είναι μετάζωα, με έμμεσο ή άμεσο βιολογικό κύκλο. Στην συνομοταξία των πλατυέλμινθων υπάγονται οι κλάσεις των Τρηματωδών και Κεστωδών.

Από τα τρηματώδη παράσιτα, αυτά που εξετάζονται στην παρούσα εργασία είναι τα διγενή, που είναι ενδοπαράσιτα. Χρειάζονται έναν ή περισσότερους ενδιάμεσους ξενιστές για να ολοκληρώσουν τον κύκλο της ζωής τους (Φώτης & Αγγελίδης, 2003). Στο νεροβάτραχο *Rana ridibunda* έχουν εντοπιστεί διάφορα διγενή τρηματώδη, όπως το *Gorgodera cygnoides*, που εντοπίζεται κυρίως στο πεπτικό σωλήνα, στο ήπαρ, στη χοληδόχο κύστη, στους νεφρούς και στους πνεύμονες, το *Gorgoderina vitelliloba* εντοπίζεται στους νεφρούς και στην ουροδόχο κύστη, το *Pleurogenoides medians* έχει εντοπιστεί στους πνεύμονες, το *Opisthioglyphe ranae* έχει εντοπιστεί στις γονάδες και στο έντερο (Jirku & , Modrý, 2006).

Τα κεστώδη έχουν σχήμα ταινίας και το μέγεθος τους ποικίλλει. Ζουν ως ενδοπαράσιτα σε σπονδυλωτά και έχουν περιγραφεί περισσότερα από 3.400 είδη. Τα κεστώδη διαφέρουν από τα τρηματώδη στην μορφολογία του σώματος, που στα

κεστώδη δεν είναι ενιαίο. Είναι ερμαφρόδιτα και συνήθως ο βιολογικός κύκλος είναι έμμεσος (Φώτης & Αγγελίδης, 2003). Στο *Rana ridibunda* έχει κυρίως εντοπιστεί το *Nematotaenia dispar* που παρασιτεί κυρίως στο έντερο (Jirku & Modrý, 2006) (Swiderski & Tkacht, 1997).

Τα νηματώδη είναι μετάζωα, με επίμηκες, κυλινδρικό, ενιαίο σώμα και το μήκος τους ποικίλλει σημαντικά. Ο βιολογικός τους κύκλος μπορεί να είναι άμεσος ή έμμεσος και χωρίζεται στο προπαρασιτικό και παρασιτικό στάδιο (Φώτης & Αγγελίδης, 2003). Τα νηματώδη που έχουν περιγραφεί στα Ranidae είναι, το *Oswaldocruzia filiformis* που έχει εντοπιστεί στον εντερικό σωλήνα και στο στόμαχο, το *Oxysomatium brevicaudatum* που έχει εντοπιστεί στο έντερο και το *Cosmocerca ornata* που έχει εντοπιστεί στον πεπτικό σωλήνα (Jirku & Modrý, 2006).

Τα ακανθοκέφαλα μοιάζουν με τα νηματώδη παράσιτα και ονομάζονται έτσι λόγω της παρουσίας άκανθων στο πρόσθιο άκρο της προβοσκίδας τους. Έχουν κυλινδρικό σχήμα σώματος και έμμεσο βιολογικό κύκλο με ασπόνδυλα ως ενδιάμεσους ξενιστές (Φώτης & Αγγελίδης, 2003). Το *Acanthocephalus ranae* εντοπίζεται κυρίως στον πεπτικό σωλήνα του βάτραχου και το *Pomphorhynchus laevis* εντοπίζεται στο έντερο και το ήπαρ (Jirku & Modrý, 2006).

1.4.2. Μύκητες

Δραματική μείωση και εξαφάνιση αμφιβίων έχει παρατηρηθεί κατά τις τελευταίες δεκαετίες εξαιτίας της εισαγωγής του μύκητα *Batrachochytrium dendrobatidis* (Mazzoni et al., 2003). Μεταδίδεται μέσω του νερού και προσβάλλει πολλά άγρια είδη της Ευρώπης, Αμερικής, Αυστραλίας και Αφρικής (Young et al.,

2007). Η νόσος εξαπλώνεται σε πολλές χώρες, εξαιτίας του εμπορίου, κι έτσι εμφανίζεται σε όλο και περισσότερα άτομα (Johnson & Speare, 2005).

Δημιουργεί επιδημία και πολύ υψηλές θνησιμότητες και σε εκτρεφόμενα είδη, γι' αυτό και απαιτείται απομόνωση των προσβεβλημένων ατόμων και τήρηση καλών συνθηκών υγιεινής, με συχνή απολύμανση των εγκαταστάσεων (Young et al., 2007).

Η ασθένεια από τον μύκητα δημιουργείται από τα υδρόβια, κινούμενα ζωοσπόρια που εισβάλλουν στην επιφανειακή κεράτινη στιβάδα, προκαλώντας υπερκεράτωση, αποφολίδωση και εξελκώσεις του δέρματος (Johnson & Speare, 2005). Τα προσβεβλημένα άτομα μπορεί να εμφανίσουν κοκκινωπό δέρμα, μη φυσιολογική στάση σώματος, λήθαργο, ανορεξία, μειωμένες αντανακλαστικές αντιδράσεις, επιληπτικές κρίσεις και θάνατο (Young et al., 2007).

1.4.3. Βακτήρια

Η πιο κοινή βακτηριακή μόλυνση που εμφανίζεται στους βάτραχους είναι το σύνδρομο των κόκκινων γαμπών (Red Leg Syndrome), που προκαλείται από διάφορα εντεροβακτήρια, όπως *Proteus vulgaris*, *Pr. mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Aeromonas hydrophila* και διάφορα στελέχη του *Staphylococcus epidermidis* (Pasteris et al., 2006). Το σύνδρομο αυτό δημιουργεί μαζικούς θανάτους, ιδιαίτερα σε εκτρεφόμενους βάτραχους, με σημαντικές οικονομικές απώλειες.

Τα κλινικά συμπτώματα του συνδρόμου είναι λήθαργος, ανορεξία, απώλεια βάρους, ανώμαλη στάση σώματος, αναιμία, ασκίτης, μειωμένες αντανακλαστικές αντιδράσεις. Τα πρώτα συμπτώματα που παρατηρούνται είναι ερυθρότητα δέρματος, ιδιαίτερα στην περιοχή των ποδιών, υποδόρια αιμορραγία, έλκη, επιθηλιακή νέκρωση και εξέλκωση του δέρματος. Έχει διαφορετικά αποτελέσματα ανάλογα με το στάδιο

ανάπτυξης του προσβεβλημένου βάτραχου, οι γυρίνοι είναι πιο ευαίσθητοι από τα ενήλικα άτομα.

Τα βακτήρια μπορεί να μεταδοθούν στα ζώα μέσω του νερού, της τροφής ή του αέρα. Η θεραπεία ποικίλλει ανάλογα με το βακτήριο που έχει προκαλέσει το σύνδρομο, αλλά συνήθως περιλαμβάνει λήψη αντιβιοτικού. Είναι σημαντική η πρόληψη εμφάνισης της ασθένειας, με τη διατήρηση ενός καθαρού και υγιεινού περιβάλλοντος διαβίωσης για τους βάτραχους, καθώς και η απομόνωση των ατόμων που έχουν εκδηλώσει τη νόσο (Densmore & Green, 2007).

1.4.4. Ιοί

Ελάχιστος είναι ο αριθμός των ιών που προσβάλλει τους βάτραχους. Οι περισσότεροι καταγεγραμμένοι ιοί ανήκουν στο γένος *Ranavirus* και την οικογένεια *Iridoviridae*. Ιδιαίτερα ευαίσθητοι είναι οι βάτραχοι πριν ή κατά τη διάρκεια της μεταμόρφωσης, που συχνά παρατηρείται υψηλή θνησιμότητα.

Η εκδήλωση της νόσου ποικίλλει, από εμφάνιση καθόλου ή ελάχιστων συμπτωμάτων έως αιφνίδιο θάνατο. Τα κλινικά συμπτώματα μπορεί να περιλαμβάνουν λήθαργο, ανορεξία, μη φυσική στάση σώματος, μη φυσιολογική κολυμβητική συμπεριφορά, δερματικά εξανθήματα που μπορεί να συνδέονται με πετεχιώδη αιμορραγία, ιδιαίτερα στην περιοχή του στόματος, εξέλκωση του δέρματος και εστιασμένη ή γενικευμένη διόγκωση των λεμφικών σάκων. Στα εσωτερικά όργανα μπορεί να παρατηρηθεί οίδημα, διόγκωση, αιμορραγία ή αποχρωματισμός διαφόρων οργάνων, όπως ήπαρ, σπλήνα, νεφρούς, πεπτικό σωλήνα.

Η διάγνωση του ιού γίνεται με διάφορες τεχνικές, όπως πρωτογενή απομόνωση σε κυτταρική καλλιέργεια και μοριακή ταυτοποίηση μέσω της PCR. Εμβόλια για τους

Ranaviruses δεν είναι διαθέσιμα, ωστόσο η χορήγηση ακυκλοβίρης θεωρείται ότι συντελεί στον έλεγχο της νόσου, με την παραγωγή βιοδραστικών εκκρίσεων από το δέρμα του βάτραχου, που πιθανόν να το προστατεύουν από τη νόσο (Densmore & Green, 2007).

1.5. Σκοπός και αντικείμενο της μελέτης

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η διερεύνηση της ευρωστίας και της φυσικής κατάστασης των συμπατριων, εδώδιμων πληθυσμών Ranidae στη Λίμνη Παμβώτιδα του Ν. Ιωαννίνων. Στα πλαίσια της μελέτης πραγματοποιήθηκαν τρεις συνεχόμενες μηνιαίες δειγματοληψίες από την προαναφερθείσα περιοχή. Σε όλα τα δείγματα, πραγματοποιήθηκαν μορφομετρικές μετρήσεις, οι οποίες συγκρίθηκαν με βάση το μήνα και το φύλο, καθώς και έλεγχος για τυχόν ύπαρξη παρασίτων, ανά δειγματοληψία και φύλο. Επιπλέον, υπολογίστηκε ο δείκτης ευρωστίας των ατόμων, ανά μήνα δειγματοληψίας και ανά φύλο.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

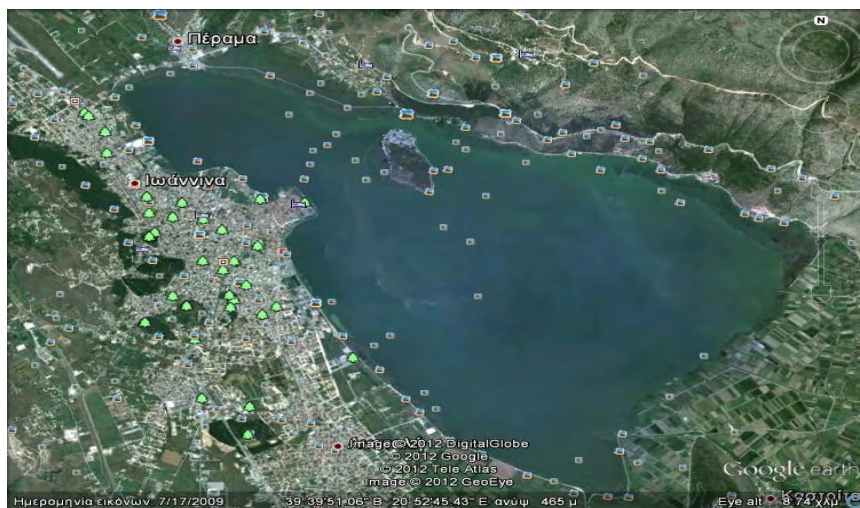
2.1. Περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης της παρούσας εργασίας ήταν η Λίμνη Παμβώτιδα (Ιωαννίνων) (Εικ. 2.1). Βρίσκεται στους πρόποδες του όρους Μιτσικέλι στα Ιωάννινα και απλώνεται σε ένα υψίπεδο περίπου 450 m. Έχει έκταση περίπου 19,4 km², μέσο βάθος 4 - 5 μέτρα και μέγιστο βάθος 9 μέτρα.

Αποτελεί ένα ζωτικής σημασίας οικοσύστημα, που φιλοξενεί μεγάλο αριθμό ειδών, όπως ψάρια, πτηνά και αμφίβια. Η λίμνη ανήκει στο Ευρωπαϊκό Δίκτυο Προστατευόμενων Περιοχών (Natura, 2000), λόγω της σπάνιας χλωρίδας και πανίδας. Τα τελευταία χρόνια δέχεται έντονη ανθρωπογενή δραστηριότητα, τόσο με την υπεραλίευση των ειδών, όσο και με τη ρύπανση των υδάτων.

2.2. Δειγματοληψία

Τα δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν για την εργασία, αλιεύθηκαν από τη Λίμνη Παμβώτιδα κατά τους μήνες Μάρτιο, Απρίλιο και Μάιο 2012.



Εικόνα 2.1: Λίμνη Παμβώτιδα (Δορυφορική λήψη μέσω Google Earth).

2.3. Πειραματικά ζώα

Χρησιμοποιήθηκαν οι συμπάτριοι νεροβάτραχοι *Rana ridibunda* – *Rana epeirotica* και το υβρίδιο τους, από 3 δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν στην προαναφερθείσα περιοχή.

Οι βάτραχοι, αφού αλιεύθηκαν, στάλθηκαν στο Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, όπου έγινε και η μελέτη τους. Ήταν ζωντανοί, σε μικρό δίχτυ με λίγο νερό. Για την πραγματοποίηση των μετρήσεων απαιτήθηκε νάρκωση των ζώων σε διαιθυλαιθέρα. Αμέσως μετά τις μετρήσεις τοποθετήθηκαν σε κατάψυξη στους -20°C μέχρι να πραγματοποιηθεί η παρασιτολογική εξέταση.

Για τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των βατράχων πραγματοποιήθηκαν έντεκα μετρήσεις μορφολογικών χαρακτηριστικών, που έχουν χρησιμοποιηθεί από τους Schneider et al. (1984), Kyriakopoulou – Sklavounou et al. (1991), Gubányi, (1995), και Arıkan et al. (1998) (Πίν. 2.1.). Όλες οι μετρήσεις έγιναν με παχύμετρο ακριβείας 0,1 cm, ενώ τα βάρη μετρήθηκαν σε ζυγό με ακρίβεια 0,0001 g. Με βάση τις μετρήσεις των μορφολογικών χαρακτηριστικών υπολογίσθηκαν δέκα λόγοι, που χρησιμοποιούνται στη βιβλιογραφία ως αξιόπιστα μορφολογικά κριτήρια.

Πίνακας 2.1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά που χρησιμοποιήθηκαν στη μορφολογική μελέτη των συμπατρικών ειδών Ranidae.

Μορφολογικό χαρακτηριστικό	Κωδική ονομασία
Μήκος σώματος	BL
Μήκος μηρού	FL
Μήκος κνήμης	TL
Μήκος πρώτου δακτύλου οπισθίου μέλους	FTL
Μέγεθος μεταταρσικού φύματος	CIL
Μήκος κεφαλής	MHL
Πλάτος κεφαλής	MHW
Απόσταση οφθαλμού-ρινικής οπής	SED
Διαρρινική απόσταση	ID
Ολικό βάρος	TW
Καθαρό βάρος	NW

Πίνακας 2.2. Λόγοι μορφολογικών χαρακτηριστικών που χρησιμοποιήθηκαν στη μορφολογική μελέτη των συμπατρικών ειδών Ranidae.

Λόγος μορφολογικών χαρακτηριστικών	Κωδική ονομασία
Μήκος σώματος / μήκος μηρού	BL / FL
Μήκος σώματος / μήκος κνήμης	BL / TL
Μήκος σώματος / πλάτος κεφαλής	BL / MHW
Μήκος σώματος/ διαρρινική απόσταση	BL / ID
Μήκος σώματος / απόσταση ρύγχους – οφθαλμού	BL / SED
Μήκος σώματος / μήκος πρώτου δακτύλου οπισθίου μέλους	BL / FTL
Μήκος σώματος / μήκος μεταταρσικού φύματος	BL / CIL
Μήκος μηρού / μήκος κνήμης	FL / TL
Μήκος κνήμης / μήκος μεταταρσικού φύματος	TL / CIL

Μήκος πρώτου δακτύλου οπισθίου μέλους / μήκος μεταταρσικού φύματος	FTL / CIL
Πλάτος κεφαλής / απόσταση ρύγχους – οφθαλμού	HW / SED
Μήκος κεφαλής / πλάτος κεφαλής	MHL / MHW



Εικόνα 2.2. Μέτρηση μορφομετρικών χαρακτηριστικών α) μήκους σώματος και β) μήκους μηρού.

2.4. Κατανομή σωματικού μήκους και ολικού βάρους

Από τις μετρήσεις, κατασκευάστηκε η κατά σωματικό μήκος και ολικό βάρος σύνθεση του πληθυσμού. Οι κατανομές κατασκευάστηκαν αυτόματα με τη χρήση ιστογραμμάτων συχνότητας μέσω του στατιστικού προγράμματος STATGRAPHICS Plus 5.0.

2.5. Αναγνώριση ειδών

Δεν κρίθηκε απαραίτητη η αναγνώριση των ειδών των νεροβατράχων που συλλέχθηκαν για την παρούσα μελέτη. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι αναγνώρισης, μεταξύ των οποίων, βιοακουστικοί και μορφολογικοί που ενδέχεται όμως να παρουσιάσουν σφάλμα. Ο πιο σίγουρος τρόπος αναγνώρισης του είδους είναι

ηλεκτροφορητικά, αφού το ηλεκτροφορητικό πρότυπο σε κάποια ένζυμα είναι διαφορετικό (Τσιώρα, 2003).

Από τη βιβλιογραφία φαίνεται ότι σε πληθυσμούς νεροβατράχων της Ιόνιας ζώνης, το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού αποτελείται από το *Rana epeirotica* (60 – 85 %), ακολουθεί το *Rana ridibunda* (10 – 25 %), ενώ τα υβρίδια είναι σχετικά σπάνια (5 %) (Sofianidou et al., 1987). Η πληθυσμιακή αυτή κατανομή των ειδών οφείλεται στο γεγονός ότι το *Rana epeirotica* είναι ένα είδος περισσότερο υδρόβιο από το *Rana ridibunda*, κι έτσι συναντάται σε υδρόβιες περιοχές. Αντίθετα, σε πιο απομακρυσμένες, από νερό, περιοχές συναντάται περισσότερο το είδος *Rana ridibunda* (Sofianidou & Schneider, 1989).

2.6. Προσδιορισμός φύλου

Ο προσδιορισμός του φύλου έγινε με δύο τρόπους. Αρχικά αναγνωρίστηκε το φύλο μέσω του τύλου, που είναι χαρακτηριστικό δευτερογενές φυλετικό γνώρισμα των αρσενικών ατόμων. Στη συνέχεια έγινε παρατήρηση μέσω της ανατομίας με την εύρεση ωοθηκών ή όρχεων.

2.7. Συσχέτιση σωματικού μήκους – ολικού βάρους

Στους περισσότερους οργανισμούς η αύξηση στις τρεις διαστάσεις προκύπτει από τη σχέση μεταξύ του ολικού μήκους και του ολικού ή καθαρού βάρους. Η σχέση του σωματικού μήκους – ολικού βάρους εκφράζεται συνήθως από τη σχέση $TW = a \times BL^b$, όπου a και b είναι οι παράμετροι της εξίσωσης.

Η παράμετρος b , που αποτελεί το συντελεστή παλινδρόμησης της εξίσωσης, όταν παίρνει την τιμή 3 σημαίνει ότι η αύξηση του οργανισμού είναι ισομετρική ως προς τις τρεις διαστάσεις του σώματος, όταν είναι μικρότερη από 3 παρατηρείται

αρνητική αλλομετρική αύξηση, ενώ όταν είναι μεγαλύτερη παρατηρείται θετική αλλομετρική αύξηση. Οι συνήθεις τιμές του b κυμαίνονται από 2 έως 4 (Tesch, 1971).

2.8. Δείκτης ευρωστίας

Η σχέση μεταξύ μήκους – βάρους ενός οργανισμού χρησιμοποιείται σαν δείκτης φυσικής κατάστασης ή ευρωστίας. Οι δείκτες ευρωστίας υπολογίζουν τις εποχικές αλλαγές στη φυσική κατάσταση του οργανισμού ως προς την ηλικία και το φύλο (Ricker, 1975).

Δεν υπάρχουν ειδικοί δείκτες ευρωστίας που χρησιμοποιούνται για βάτραχους, γι' αυτό στην παρούσα μελέτη γίνεται εφαρμογή δεικτών που χρησιμοποιούνται κυρίως για ιχθύες, αλλά και για άλλα ζώα. Οι Gendron et al., (2003) έχουν χρησιμοποιήσει για το βάτραχο *Rana pipiens* το δείκτη ευρωστίας Fulton (K_C), που περιγράφεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$K_C = \left(\frac{TW}{BL^3} \right) \times 10^n,$$

όπου W είναι το ολικό σωματικό βάρος, L είναι το ολικό μήκος σώματος και n είναι ένας ακέραιος αριθμός, τέτοιος ώστε η τιμή του K_C να είναι μονοψήφιος αριθμός.

Οι Pope & Matthews, (2002), έχουν χρησιμοποιήσει το σχετικό δείκτη ευρωστίας (K_A) για το βάτραχο *Rana muscosa*. Η εξίσωση που περιγράφει το σχετικό δείκτη ευρωστίας είναι η εξής:

$$K_A = \left(\frac{TW}{BL^b} \right) \times 10^n,$$

όπου W είναι το ολικό σωματικό βάρος, L είναι το ολικό μήκος σώματος, a και b είναι οι συντελεστές της σχέσης μήκους – βάρους και n είναι ένας ακέραιος αριθμός, τέτοιος ώστε η τιμή του K_A να είναι μονοψήφιος αριθμός (Stevenson & Woods, 2006).

Αν και ο δείκτης ευρωστίας Fulton προϋποθέτει ισομετρική αύξηση του πληθυσμού είναι πιο διαδεδομένος, διότι οι δείκτες που περιλαμβάνουν την παράμετρο b ενδέχεται να εμπεριέχουν σημαντικό σφάλμα, προερχόμενο από τον υπολογισμό από τη σχέση μήκους – βάρους (Ricker, 1975).

Η ευρωστία των ατόμων ενός πληθυσμού εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως το φύλο, την ηλικία, την εποχή, τον παρασιτισμό, τη διατροφή και το στάδιο ωρίμανσης των γονάδων (Le Cren, 1951).

2.9. Παρασιτολογική μελέτη

Τα βατράχια σταδιακά υπέστησαν απόψυξη ώστε να διατηρηθεί η ποιότητα των δειγμάτων. Πραγματοποιήθηκε παρασιτολογική εξέταση για τυχόν ύπαρξη κάποιου παρασίτου.

Πριν από την πραγματοποίηση της παρασιτολογικής εξέτασης, τοποθετήθηκε ο κάθε βάτραχος στην ανατομική πλάκα. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκαν τρεις τομές, η πρώτη παράλληλα προς την μεσοκοιλιακή γραμμή, η δεύτερη κάθετα ακριβώς κάτω από τα πρόσθια μέλη και η δεύτερη άνω από τα οπίσθια μέλη, με ιδιαίτερη προσοχή για να μην κοπούν μεγάλα αιμοφόρα αγγεία. Ακολούθησε αποκοπή των μυών με τις ίδιες γραμμές τομής του δέρματος και με προσοχή, για να μην τραυματιστούν τα εσωτερικά όργανα. Με εκτεθειμένα πλέον τα εσωτερικά όργανα του βατράχου πραγματοποιήθηκε η παρασιτολογική εξέταση. Για την παρασιτολογική εξέταση έγινε λήψη δειγμάτων από διάφορα εσωτερικά όργανα, όπως έντερο, ήπαρ, σπλήνα, χοληδόχο κύστη, πνεύμονες, καρδιά και νεφρό.

Έντερο: Πραγματοποιήθηκε απομάκρυνση του εντερικού σωλήνα μέχρι την κλοάκη. Λήφθηκε δείγμα από το τελευταίο τμήμα του εντέρου, τοποθετήθηκε σε

αντικειμενοφόρο πλάκα, τοποθετήθηκε μία σταγόνα νερού, ώστε να αραιωθεί το ξέσμα και να μπορεί να εξετασθεί στο μικροσκόπιο και καλύφθηκε με καλυπτρίδα.

Ήπαρ: Πραγματοποιήθηκε λήψη δείγματος και τοποθέτησή του σε αντικειμενοφόρο πλάκα με μία σταγόνα νερού. Επειδή το ήπαρ είναι πυκνός ιστός, απαιτείται λειοτρίβηση με την τοποθέτηση μίας δεύτερης αντικειμενοφόρου πλάκας πάνω στο δείγμα και άσκηση πίεσης, ώστε ο ιστός να διαλυθεί. Ακριβώς η ίδια διαδικασία πραγματοποιήθηκε για τους πνεύμονες και τον σπλήνα.

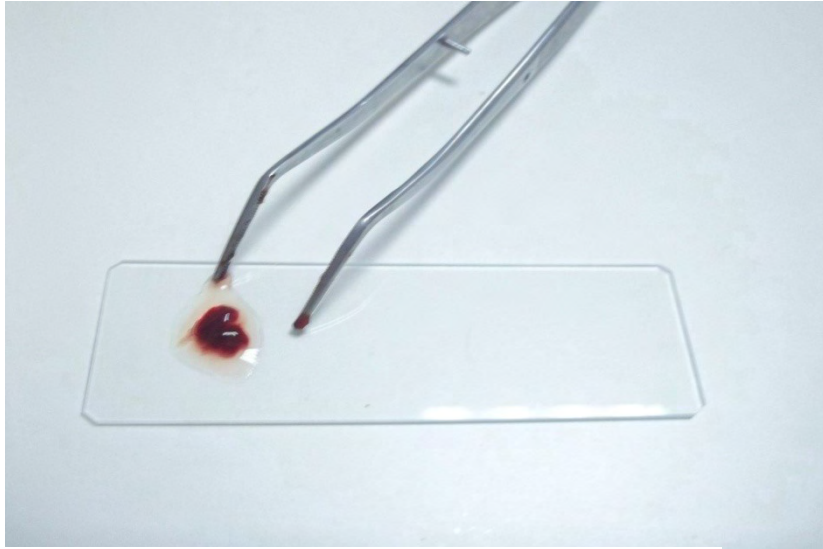
Χοληδόχος κύστη: Η λήψη δείγματος από τη χοληδόχο κύστη απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, καθώς εύκολα σπάει και διασκορπίζεται το υγρό που περιέχει. Τοποθετήθηκαν 3 – 4 σταγόνες και καλύφθηκαν με καλυπτρίδα.

Καρδιά: Πραγματοποιήθηκε λήψη μικρής ποσότητας δείγματος και τοποθετήθηκε σε αντικειμενοφόρο πλάκα με μία σταγόνα νερού και ακολούθησε λειοτρίβησή του με τη χρήση μίας δεύτερης αντικειμενοφόρου πλάκας πάνω στο δείγμα και την άσκηση πίεσης. Τέλος, τοποθετήθηκε μία καλυπτρίδα.

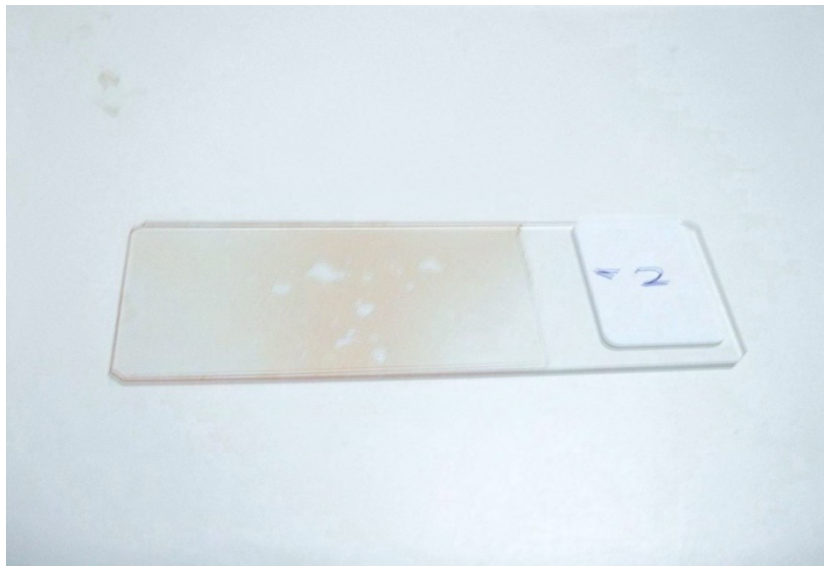
Νεφρός: Πραγματοποιήθηκε λήψη δείγματος και τοποθέτηση σε αντικειμενοφόρο πλάκα με μία σταγόνα νερό. Ακολούθησε λειοτρίβηση του δείγματος με τη χρήση μίας δεύτερης αντικειμενοφόρου πλάκας και τοποθέτηση καλυπτρίδας.

Για την αποφυγή επιμόλυνσης των δειγμάτων, τα εργαλεία αποστειρώνονταν με αιθυλική αλκοόλη, ανάμεσα σε διαδοχικές λήψεις δειγμάτων.

Έπειτα από την παρασκευή των νωπών παρασκευασμάτων πραγματοποιήθηκε παρατήρηση σε μικροσκόπιο με ενσωματωμένη ψηφιακή φωτογραφική μηχανή (ProgRes Plus 2.1), ενώ η λήψη των φωτογραφιών έγινε σε ηλεκτρονικό υπολογιστή συνδεδεμένο με το μικροσκόπιο, χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Progres Capture 2.1.



Εικόνα 2.3. Τοποθέτηση νεφρού σε αντικειμενοφόρο πλάκα.



Εικόνα 2.4. Έτοιμο νωπό παρασκεύασμα από νεφρό.



Εικόνα 2.5. Φωτογραφία του μικροσκοπίου και του συνδεδεμένου ηλεκτρονικού υπολογιστή που χρησιμοποιήθηκαν.

2.10. Στατιστική επεξεργασία

Τα δεδομένα που προέκυψαν από τις μετρήσεις των μορφομετρικών χαρακτηριστικών των βατράχων επεξεργάσθηκαν στατιστικά με το στατιστικό πακέτο STATGRAPHICS Plus 5.0. Για τη διερεύνηση τυχόν διαφορών μεταξύ των δειγματοληψιών έγινε στατιστική επεξεργασία με τη μέθοδο Ανάλυσης της Διακύμανσης Μονής Κατεύθυνσης (one-way ANalysis Of VAriance – ANOVA) με επίπεδο σημαντικότητας $P = 0,05$, και επίπεδο εμπιστοσύνης 95% για το δείκτη ευρωστίας, το μήκος σώματος, το ολικό βάρος και το καθαρό βάρος, ενώ ο έλεγχος των διαφορών μεταξύ των ομάδων διαπιστώθηκε με τη δοκιμή Fisher's Least Significant Difference (LSD).

Για την εξέταση τυχόν διαφορών μεταξύ των αρσενικών και θηλυκών ατόμων, πραγματοποιήθηκε Σύγκριση δύο δειγμάτων (Two - Sample Comparison) για το δείκτη ευρωστίας, το μήκος σώματος, το ολικό βάρος και το καθαρό βάρος με επίπεδο σημαντικότητας $P = 0,05$ και επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Πραγματοποιήθηκε επιπλέον

η δοκιμή Kolmogorov-Smirnov για να εξετασθεί αν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο δειγμάτων.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οι μορφομετρικές παράμετροι που υπολογίστηκαν για τους συμπάτριους πληθυσμούς των νεροβατράχων της οικογένειας Ranidae, παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον πίνακα 3.1. Στον Πίνακα 3.2 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι λόγοι των μορφομετρικών χαρακτηριστικών για όλο τον πληθυσμό, τα αρσενικά και τα θηλυκά άτομα.

Πίνακας 3.1. Συγκεντρωτικός πίνακας μορφομετρικών παραμέτρων. Όπου BL: μήκος σώματος (cm), FL: μήκος μηρού (cm), TL: μήκος κνήμης (cm), FTL: μήκος πρώτου δακτύλου (cm), CIL: μήκος μετααρσικού φύματος (cm), MHL: μέγιστο μήκος κεφαλής (cm), MHW: μέγιστο πλάτος κεφαλής (cm), ID: διαρρινική απόσταση 9cm), SED: απόσταση ρύγχους – οφθαλμού (cm), TW: ολικό βάρος (g), NW: καθαρό βάρος (g). Στην τελευταία στήλη, εκτός από τη μέση τιμή περιλαμβάνεται και η τυπική απόκλιση.

Μορφομετρικ ή παράμετρος	Ελάχιστη τιμή		Μέγιστη τιμή		Μέση τιμή	
	Αρσενικό	Θηλυκό	Αρσενικό	Θηλυκό	Αρσενικό	Θηλυκό
BL	5,9	5,7	8,5	9,1	6,93±0,61	7,12±0,71
FL	3,1	3	4,9	4,9	3,87±0,40	3,90±0,43
TL	2,9	2,7	4,4	4,6	3,58±0,34	3,50±0,44
FTL	1,5	1,3	2,9	2,9	1,18±0,08	1,22±0,14
CIL	0,3	0,3	0,5	0,6	0,37±0,07	0,45±0,07
MHW	2	2	3,3	3,1	2,48±0,26	2,45±0,26
MHL	2,4	2,7	3,9	3,7	2,92±0,35	2,96±0,31
ID	0,3	0,3	0,6	0,7	0,45±0,08	0,45±0,1
SED	0,8	1	1,4	1,4	1,20±0,11	1,21±0,1
TW	17,89	13,51	61,86	66,04	31,50±10,40	35,19±12,8 2
NW	14,75	10,10	52,62	46,22	27,20 ± 8,98	28,04±8,95

Πίνακας 3.2. Συγκεντρωτικός πίνακας λόγων μορφομετρικών παραμέτρων.

Λόγος	Όλα	Αρσενικά	Θηλυκά
BL/FL	1,81 ± 0,11	1,81 ± 0,11	1,81 ± 0,11
BL/TL	1,99 ± 0,13	1,96 ± 0,12	2,01 ± 0,13
BL/CIL	15,57 ± 2,92	15,57 ± 2,92	17,92 ± 4,59
BL/HW	2,85 ± 0,19	2,84 ± 0,19	2,87 ± 0,20
BL/ID	16,23 ± 2,94	16,16 ± 2,60	16,24 ± 3,27
BL/SED	5,82 ± 0,44	5,84 ± 0,44	5,81 ± 0,43
BL/FTL	6,15±0,46	6,01±0,37	6,29±0,45
FL/TL	1,10 ± 0,06	1,09 ± 0,05	1,11 ± 0,06
TL/CIL	7,94 ± 1,48	7,94 ± 1,48	9,22 ± 2,28
FTL/CIL	2,99±0,66	2,84±0,65	3,22±0,68
MHW/SED	2,05 ± 0,18	2,07 ± 0,19	2,03 ± 0,15
MHL/MHW	1,20 ± 0,06	1,19 ± 0,05	1,21 ± 0,06

Στους παρακάτω πίνακες (Πιν 3.3, 3.4, 3.5), παρουσιάζονται τα αποτελέσματα (μέση τιμή και τυπική απόκλιση) για το μήκος σώματος, το ολικό και καθαρό βάρος για το σύνολο των ατόμων, τα αρσενικά και τα θηλυκά άτομα κατά τους τρεις μήνες δειγματοληψιών.

Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι το μήκος σώματος των νεροβατράχων είναι μεγαλύτερο κατά το μήνα Μάιο, ενώ είναι μικρότερο κατά το μήνα Μάρτιο, για το σύνολο των ατόμων, τα αρσενικά και τα θηλυκά άτομα. Αντίθετα το ολικό βάρος είναι μεγαλύτερο τον Απρίλιο, και ιδιαίτερα στα θηλυκά και οφείλεται στην ύπαρξη αυγών που αύξαναν το ολικό βάρος.

Πίνακας 3.3. Μέση τιμή και τυπική απόκλιση του μήκους σώματος (σε cm) για το σύνολο των ατόμων, τα αρσενικά και τα θηλυκά για κάθε επιμέρους δειγματοληψία.

	Μάρτιος 2012	Απρίλιος 2012	Μάιος 2012
Όλα	6,84 ± 0,43 (N=24)	7,01 ± 0,81 (N=30)	7,10 ± 0,57 (N=31)
Αρσενικά	6,82 ± 0,49 (N=13)	6,93 ± 0,76 (N=20)	6,98 ± 0,45 (N=24)
Θηλυκά	6,87 ± 0,36 (N=11)	7,11 ± 0,88 (N=10)	7,51 ± 0,77 (N=7)

Πίνακας 3.4. Μέση τιμή και τυπική απόκλιση του ολικού βάρους (σε g) για το σύνολο των ατόμων, τα αρσενικά και τα θηλυκά για κάθε επιμέρους δειγματοληψία.

	Μάρτιος 2012	Απρίλιος 2012	Μάιος 2012
Όλα	27,31 ± 5,76 (N=24)	40,08 ± 14,24 (N=30)	30,26 ± 8,45 (N=31)
Αρσενικά	26,76 ± 6,05 (N=13)	38,44 ± 13,98 (N=20)	28,91 ± 6,82 (N=24)
Θηλυκά	27,96 ± 4,35 (N=11)	43,36 ± 14,92 (N=10)	34,87 ± 12,31 (N=7)

Πίνακας 3.5. Μέση τιμή και τυπική απόκλιση του καθαρού βάρους (σε g) για το σύνολο των ατόμων, τα αρσενικά και τα θηλυκά για κάθε επιμέρους δειγματοληψία.

	Μάρτιος 2012	Απρίλιος 2012	Μάιος 2012
Όλα	22,23 ± 3,46 (N=24)	33,03 ± 10,31 (N=30)	26,59 ± 6,96 (N=31)
Αρσενικά	21,71 ± 4,06 (N=13)	33,01 ± 11,39 (N=20)	25,97 ± 6,06 (N=24)
Θηλυκά	22,84 ± 2,65 (N=11)	33,28 ± 8,27 (N=10)	28,71 ± 9,74 (N=7)

Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι οι περισσότερες μορφομετρικές παράμετροι στα θηλυκά άτομα είναι μεγαλύτερες από τα αρσενικά, εκτός από το μήκος της γάμπας και το πλάτος της κεφαλής που στα αρσενικά είναι μεγαλύτερα. Και σε άλλες μελέτες φαίνεται ότι τα θηλυκά άτομα τείνουν να είναι μεγαλύτερα από τα αρσενικά (Schneider et al., 1984, Ayaz et al., 2004). Στη μελέτη των Schneider et al., (1993) για το είδος *Rana ridibunda* στον Αξιό ποταμό οι τιμές του μήκους της γάμπας (37,5 mm στα

αρσενικά 37,1 mm στα θηλυκά) και του πλάτους κεφαλής είναι μεγαλύτερες στα αρσενικά από τα θηλυκά άτομα (24,3 mm στα αρσενικά 23,5 mm στα θηλυκά).

Η μέση τιμή του μήκους σώματος υπολογίστηκε 7,02 cm, ενώ σε αντίστοιχες μελέτες που έχουν γίνει για το *Rana epeirotica* στη λίμνη Ιωαννίνων η μέση τιμή έχει υπολογιστεί 7,87 cm, για το *R. ridibunda* στη λίμνη Ιωαννίνων η μέση τιμή του μήκους σώματος έχει υπολογιστεί 9,21cm και για το *R. ridibunda* στην Τουρκία έχει υπολογιστεί 6,27 cm. Στους πίνακες 3.6 και 3.7 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι μορφομετρικές παράμετροι που υπολογίστηκαν στην παρούσα μελέτη και συγκρίνονται με τα αποτελέσματα προϋπαρχόντων μελετών στα τρία συμπάτρια είδη.

Στα αποτελέσματα παρατηρείται μία μικρή διαφοροποίηση σε σχέση με αντίστοιχων μελετών. Συγκεκριμένα, οι τιμές των μορφομετρικών παραμέτρων τείνουν να είναι μικρότερες από τις αναφορές της προϋπάρχουσας βιβλιογραφίας, που μπορεί να οφείλεται στους σχετικά μικρούς σε μέγεθος βατράχους που συλλέχθηκαν.

Στον Πίνακα 3.8. παρουσιάζονται οι λόγοι μορφομετρικών παραμέτρων για τα συμπάτρια είδη νεροβατράχων καθώς και η βιβλιογραφική τους αναφορά. Και στους λόγους παρατηρείται μία μικρή απόκλιση των αποτελεσμάτων της παρούσας μελέτης με αντίστοιχων μελετών. Η μικρή διαφοροποίηση των λόγων μεταξύ των φύλων πιθανόν να οφείλεται στο μικρό αριθμό θηλυκών ατόμων.

Πίνακας 3.6. Μέσες τιμές των κυριότερων μορφομετρικών παραμέτρων των νεροβατράχων του Ν. Ιωαννίνων για το *Rana epeirotica*, το υβρίδιο *Rana ridibunda R. epeirotica*. Οι τιμές περιλαμβάνουν τη μέση τιμή και την τυπική απόκλιση.

	<i>Rana epeirotica</i> (Schneider et al., 1984)		Υβρίδιο (<i>R. ridibunda R. epeirotica</i>) (Schneider et al., 1984)		Μεικτός πληθυσμός (Παρούσα μελέτη)	
	Αρσενικά	Θηλυκά	Αρσενικά	Θηλυκά	Αρσενικά	Θηλυκά
BL	7,44±0,74	8,30±0,75	7,09±0,84	8,21±1,15	6,93±0,61	7,12±0,71
FL	3,53±0,43	3,91±0,38	3,58±0,51	3,98±0,62	3,87±0,40	3,90±0,45
TL	3,58±0,43	3,77±0,35	3,60±0,51	3,91±0,67	3,58±0,34	3,50±0,44
MHW	2,55±0,47	2,97±0,29	2,49±0,40	2,86±0,39	2,48±0,26	2,45±0,26
ID	0,42±0,05	0,47±0,03	0,43±0,05	0,47±0,08	0,45±0,08	0,45±0,1
FTL	1,05±0,09	1,15±0,10	1,01±0,12	1,16±0,20	1,18±0,08	1,22±0,14
SED	1,11±0,13	1,25±0,11	1,12±0,12	1,22±0,21	1,20±0,11	1,21±0,1
CIL	0,35±0,04	0,40±0,05	0,40±0,06	0,44±0,08	0,37±0,07	0,45±0,07

Πίνακας 3.7. Συγκριτικός πίνακας των μορφομετρικών παραμέτρων για το *Rana ridibunda* στην Τουρκία και το *R. ridibunda* στη Λίμνη Ιωαννίνων. Οι τιμές περιλαμβάνουν τη μέση τιμή και την τυπική απόκλιση.

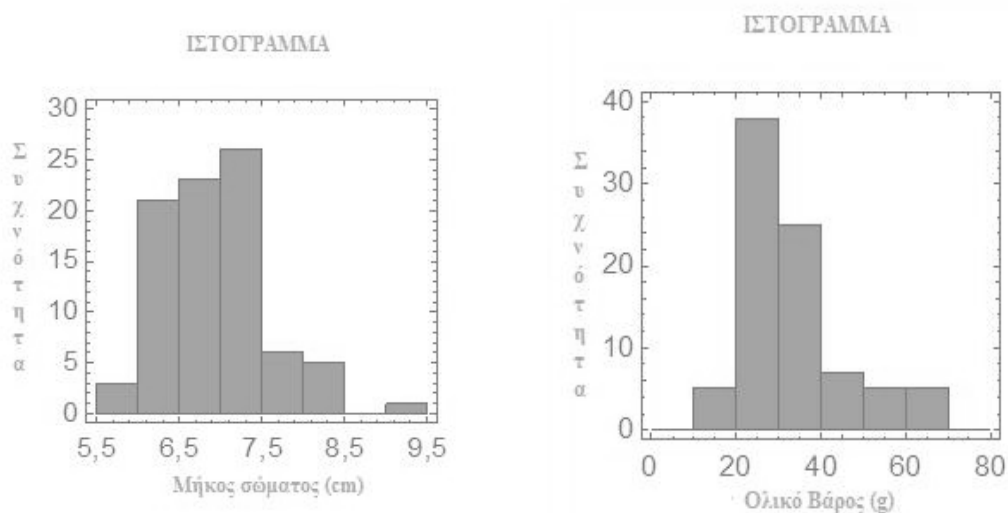
Παράμετρος	<i>Rana ridibunda</i> (Τουρκία) (Ayaz et al., 2004)		<i>Rana ridibunda</i> (Ιωάννινα) (Schneider et al., 1984)	
	Αρσενικά	Θηλυκά	Αρσενικά	Θηλυκά
BL	6,28 ± 1,03	6,25 ± 1,59	8,59 ± 0,65	9,83 ± 1,43
FL	2,89 ± 0,47	2,88 ± 0,76	4,47 ± 0,34	4,97 ± 0,62
TL	3,09 ± 0,48	3,05 ± 0,74	4,47 ± 0,35	4,98 ± 0,62
MHW	2,22 ± 0,37	2,19 ± 0,54	2,93 ± 0,29	3,31 ± 0,58
ID	-	-	0,51 ± 0,05	0,53 ± 0,10
FTL	0,93 ± 0,15	0,93 ± 0,25	1,16±0,08	1,24±0,12
SED	-	-	1,32 ± 0,10	1,48 ± 0,20
CIL	0,30 ± 0,54	0,31 ± 0,54	0,53 ± 0,06	0,56 ± 0,06

Πίνακας 3.8. Συγκριτικός πίνακας των λόγων των μορφομετρικών παραμέτρων της παρούσας μελέτης και των τριών συμπάτριων ειδών στη Λίμνη Ιωαννίνων.

	<i>Rana epeirotica</i> (Schneider et al., 1984)	<i>Rana ridibunda</i> (Schneider et al., 1984)	Υβρίδιο (Schneider et al., 1984)	Μεικτός πληθυσμός Παρούσα μελέτη
Λόγος	M.T±T.A	M.T±T.A	M.T±T.A	M.T±T.A
BL/FL	2,11±0,07	1,96±0,07	2,01±0,09	1,81±0,11
BL/TL	2,16±0,07	1,92±0,06	2,02±0,10	1,99±0,13
BL/CIL	21,16±2,14	16,57±1,39	18,20±1,70	18,33±2,89
BL/MHW	2,84±0,12	2,94±0,13	2,87±0,19	2,85±0,19
BL/ID	17,70±1,70	16,81±1,02	16,84±1,47	16,23±2,94
BL/SED	6,67±0,27	6,54±0,12	6,47±0,48	5,82±0,44
FL/TL	1,02±0,05	0,98±0,02	1,00±0,02	1,10±0,06
FTL/CIL	2,96±0,25	2,21±0,21	2,57±0,23	2,99±0,65
TL/CIL	9,78±1,04	8,58±0,65	9,01±0,85	9,23±1,95
MHW/SED	2,35±0,13	2,22±0,13	2,26±0,20	2,05±0,18

3.1 Κατανομή ολικού βάρους – σωματικού μήκους

Από την κατανομή των μηκών (Σχ. 3.1.α) φάνηκε ότι η πολυπληθέστερη κλάση μήκους ήταν μεταξύ 7 – 7,5 cm. Από την κατανομή του ολικού βάρους (Σχ. 3.1.β) φαίνεται ότι στα περισσότερα άτομα το ολικό βάρος κυμάνθηκε από 20 – 30 g.



A)

B)

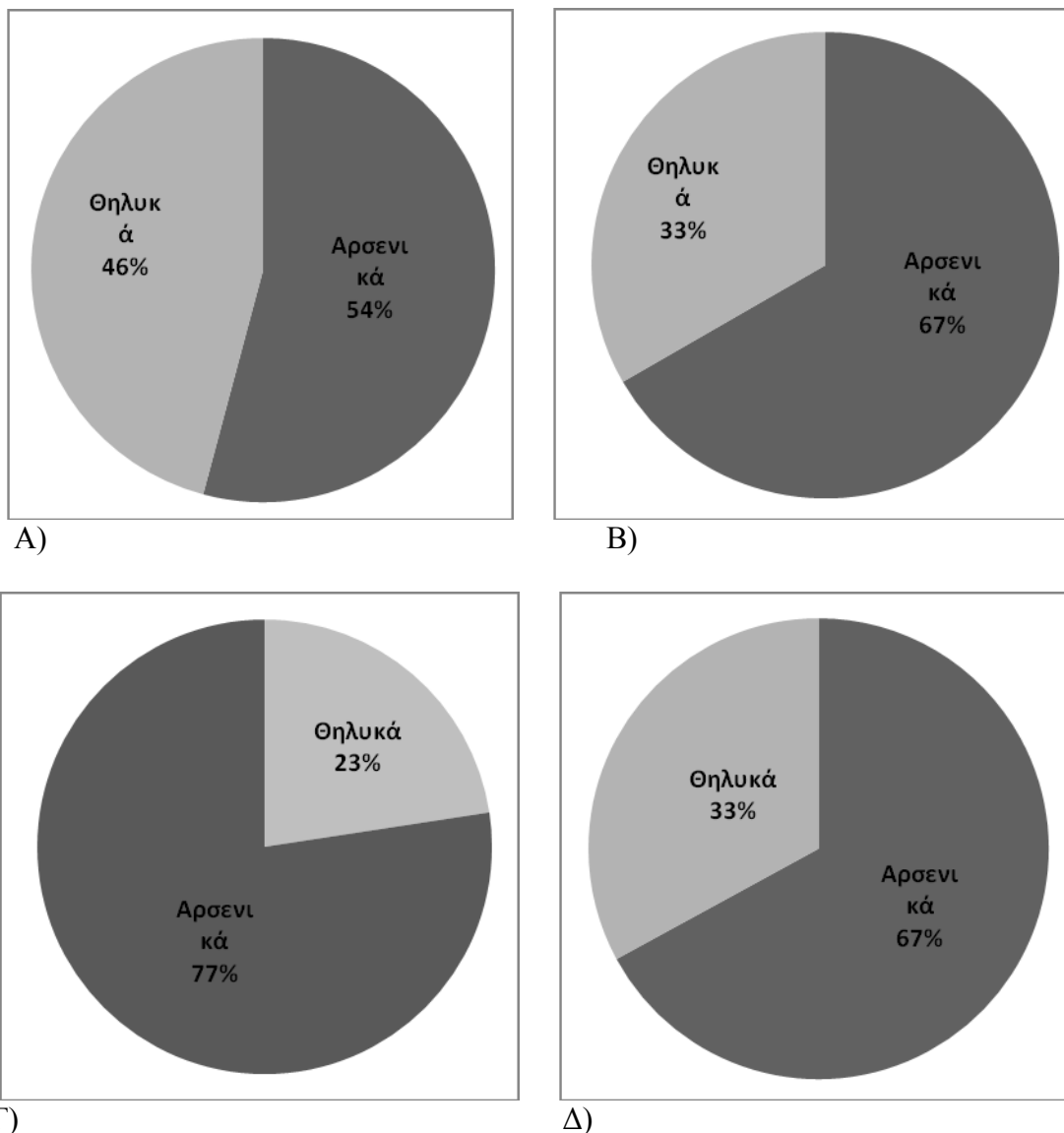
Σχήμα 3.1. Κατανομές **A)** σωματικού μήκους και **B)** ολικού βάρους για το σύνολο των ατόμων.

3.2 Προσδιορισμός φύλου

Από τον προσδιορισμό φύλου φάνηκε ότι τα αρσενικά άτομα είναι πολυπληθέστερα τόσο στο σύνολο όσο και στις επιμέρους, μηνιαίες δειγματοληψίες (Σχ. 3.2). Η μέγιστη διαφορά αρσενικών – θηλυκών παρατηρήθηκε το Μάιο 2012, ενώ η μικρότερη το Μάρτιο 2012. Η αναλογία φύλου που προέκυψε από το σύνολο των ατόμων ήταν: αρσενικά : θηλυκά = 2,03.

Στη μελέτη των Schneider et al., (1984), η αναλογία φύλων που προέκυψε από το σύνολο των ειδών (*R. epeirotica*, *R. ridibunda* και το υβρίδιό τους), ήταν, αρσενικά : θηλυκά = 2,10. Η αναλογία φύλων για το είδος *Rana epeirotica* ήταν, αρσενικά : θηλυκά = 1,69, για το είδος *R. ridibunda* ήταν, αρσενικά : θηλυκά = 5,5 και για τα υβρίδια η αναλογία φύλων ήταν, αρσενικά : θηλυκά = 1,83.

Στη μελέτη των Ayaz et al., (2007), η αναλογία των φύλων που προέκυψε από τα άτομα του είδους *R. ridibunda* ήταν αρσενικά : θηλυκά = 0,56.



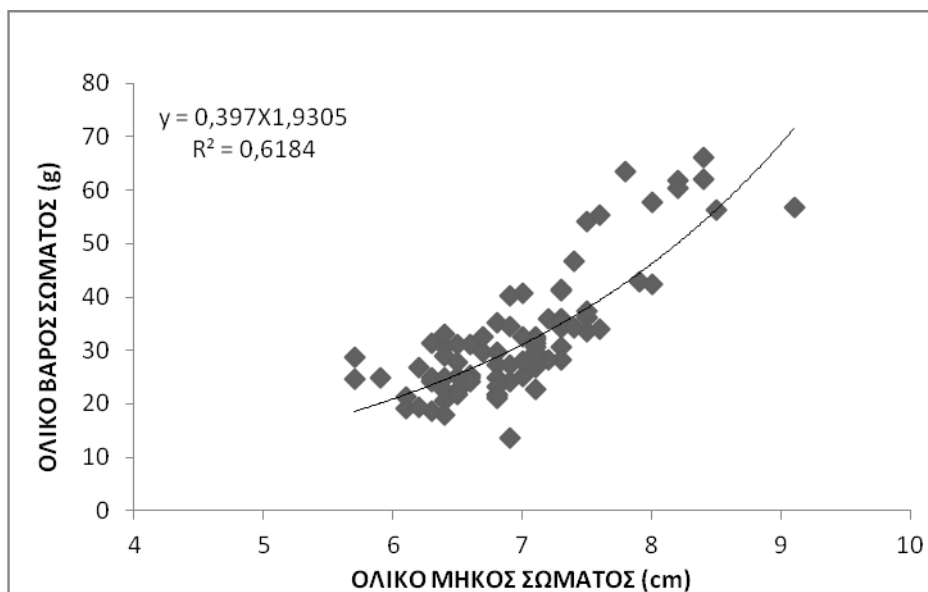
Σχήμα 3.2. Μηνιαία μεταβολή της αναλογίας φύλων **A)** Μάρτιος, **B)** Απρίλιος, **Γ)** Μάιος και **Δ)** Σύνολο δειγματοληψιών.

3.3 Συσχέτιση ολικού μήκους - ολικού βάρους

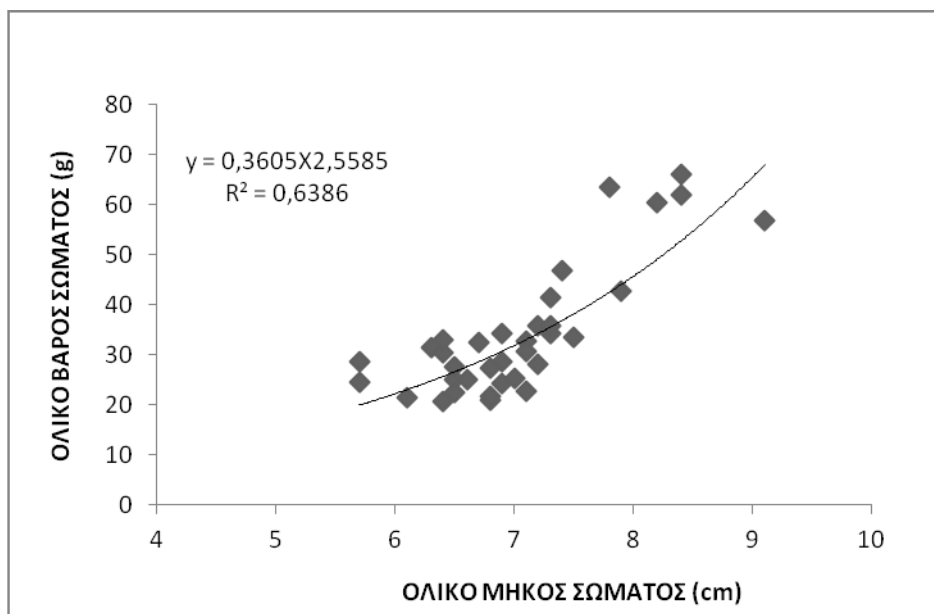
Η βιομετρική σχέση μεταξύ ολικού βάρους σώματος - ολικού μήκους σώματος αποδίδεται καλύτερα από το μοντέλο $y = ax^b$, εμφανίζοντας συσχέτιση που ισούται με $R^2 = 0,6184$. Οι δύο παράμετροι εμφανίζουν αρνητική αλλομετρία με το συντελεστή b να παίρνει τιμή χαμηλότερη του 3 και συγκεκριμένα 1,9305 (Σχ. 3.3). Η συσχέτιση μήκους - βάρους στα θηλυκά άτομα εμφανίζει αρνητική αλλομετρία με το συντελεστή b να ισούται με 2,5585 και το R^2 ισούται με 0,6386 (Σχ. 3.4). Στα αρσενικά άτομα η

συσχέτιση μήκους – βάρους εμφανίζει αρνητική αλλομετρία με το συντελεστή b να ισούται με 1,4955 και το R^2 0,6949 (Σχ. 3.5).

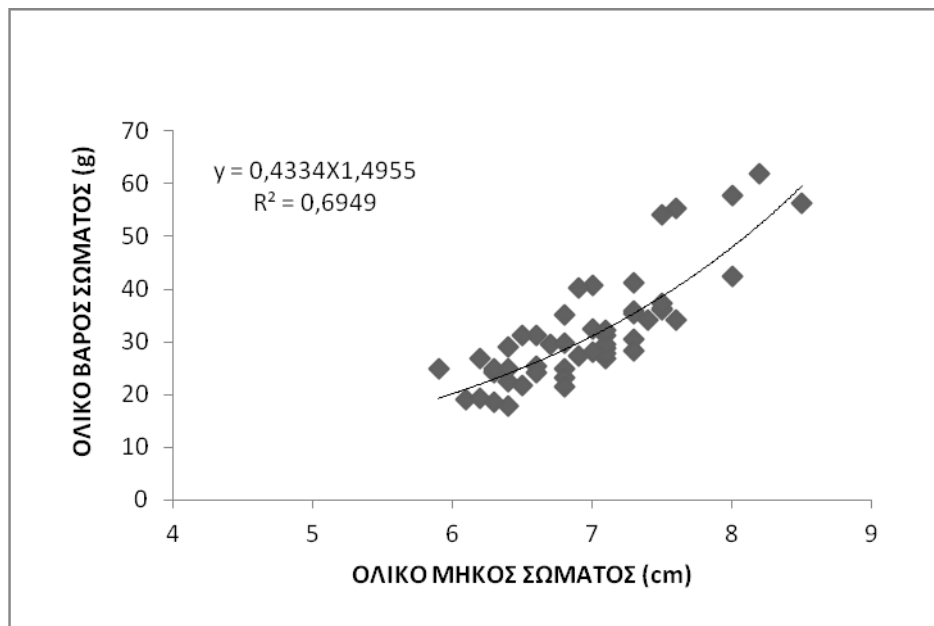
Ο Ασημακόπουλος (1992) σε μελέτη που είχε πραγματοποιήσει για τη σχέση μήκους – βάρους σε άτομα του είδους *Rana graeca*, είχε βρει ότι παρουσιάζουν αρνητική αλλομετρία.



Σχήμα 3.3. Συσχέτιση ολικού μήκους – ολικού βάρους σε όλο τον πληθυσμό.



Σχήμα 3.4. Συσχέτιση μήκους – βάρους στα θηλυκά άτομα.



Σχήμα 3.5. Συσχέτιση μήκους – βάρους σε αρσενικά άτομα.

3.4 Δείκτης ευρωστίας

Ο δείκτης ευρωστίας κατά Fulton (Kc) για το σύνολο των ατόμων, τα αρσενικά και τα θηλυκά άτομα κατά τη διάρκεια των τριών δειγματοληψιών παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.9. Ο σχετικός δείκτης ευρωστίας για το σύνολο των ατόμων, τα αρσενικά και τα θηλυκά άτομα για κάθε μία δειγματοληψία παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.10.

Πίνακας 3.9. Δείκτης ευρωστίας Fulton (Kc) για το σύνολο των ατόμων, τα αρσενικά και τα θηλυκά άτομα.

	Μάρτιος 2012	Απρίλιος 2012	Μάιος 2012
Όλα	8,48 ± 1,01 (N=24)	11,25 ± 1,12 (N=30)	8,30 ± 0,91 (N=31)
Αρσενικά	8,36 ± 0,84 (N=13)	11,12 ± 1,12 (N=20)	8,39 ± 0,81 (N=24)
Θηλυκά	8,62 ± 1,20 (N=11)	11,52 ± 0,94 (N=10)	8,00 ± 1,21 (N=7)

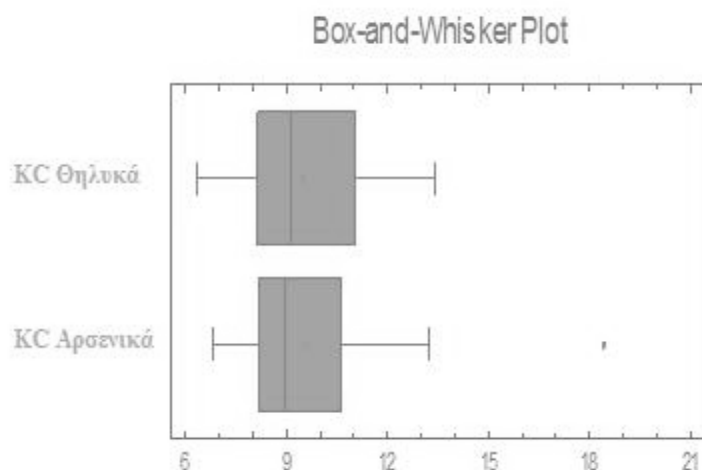
Πίνακας 3.10. Σχετικός δείκτης ευρωστίας (K_R) για το σύνολο των ατόμων, τα αρσενικά και τα θηλυκά άτομα.

	Μάρτιος 2012	Απρίλιος 2012	Μάιος 2012
Όλα	1,37 ± 0,16 (N=24)	1,35 ± 0,17 (N=30)	3,82 ± 0,64 (N=31)
Αρσενικά	1,34 ± 0,15 (N=13)	1,32 ± 0,17 (N=20)	3,76 ± 0,57 (N=24)
Θηλυκά	1,39 ± 0,17 (N=11)	1,40 ± 0,17 (N=10)	4,01 ± 0,85 (N=7)

Πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση για τη διερεύνηση τυχόν διαφορών του δείκτη ευρωστίας μεταξύ των φύλων. Ο συντελεστής ασυμμετρίας και ο συντελεστής κύρτωσης είχαν τιμές μεγαλύτερες από 2, άρα υπάρχει απόκλιση της κατανομής. Η δοκιμασία Kolmogorov-Smirnov έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ($P=0,96>0,05$).

Πίνακας 3.11. Στατιστικά αποτελέσματα από τη σύγκριση κατανομών του δείκτη ευρωστίας (K_C) στα δύο φύλα.

	Αρσενικά	Θηλυκά
Αριθμός ατόμων	57	28
Μέση τιμή	9,52	9,51
Διακύμανση	4,00	3,67
Τυπική απόκλιση	2,00	1,92
Μικρότερη τιμή	6,82	6,36
Μεγαλύτερη τιμή	18,41	13,4
Διασπορά	11,59	7,04
Συντελεστής ασυμμετρίας	5,58	0,63
Συντελεστής κύρτωσης	8,73	-0,87



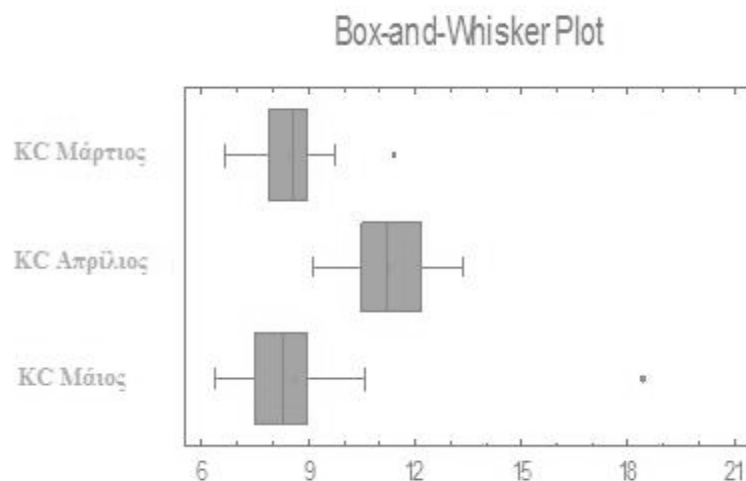
Σχήμα 3.6. Σύγκριση κατανομών του δείκτη ευρωστίας (K_c) ανά φύλο.

Πραγματοποιήθηκε στατιστικός έλεγχος για να διαπιστωθεί εάν υπάρχει διαφορά μεταξύ των δειγματοληψιών. Ο συντελεστής ασυμμετρίας κατά το μήνα Μάιο καθώς και ο συντελεστής κύρτωσης κατά τους μήνες Μάρτιο και Μάιο δεν είχαν τιμές από -2 έως 2 και οι κατανομές τους απέκλιναν. Πραγματοποιήθηκε επιπλέον η μη παραμετρική ανάλυση Kruskal-Wallis και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ($P=0,00 < 0,05$).

Πίνακας 3.12. Στατιστικά αποτελέσματα από τη σύγκριση των κατανομών του δείκτη ευρωστίας (K_c) στις τρεις δειγματοληψίες.

	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος
Αριθμός ατόμων	24	30	31
Μέση τιμή	8,48	11,25	8,64
Διακύμανση	6,67	9,16	6,36
Τυπική απόκλιση	1,00	1,12	2,03
Μικρότερη τιμή	6,67	9,16	6,36
Μεγαλύτερη τιμή	11,42	13,4	18,41
Διασπορά	4,75	4,24	12,05

Συντελεστής ασυμμετρίας	1,43	0,26	8,87
Συντελεστής κύρτωσης	2,25	-0,68	21,45



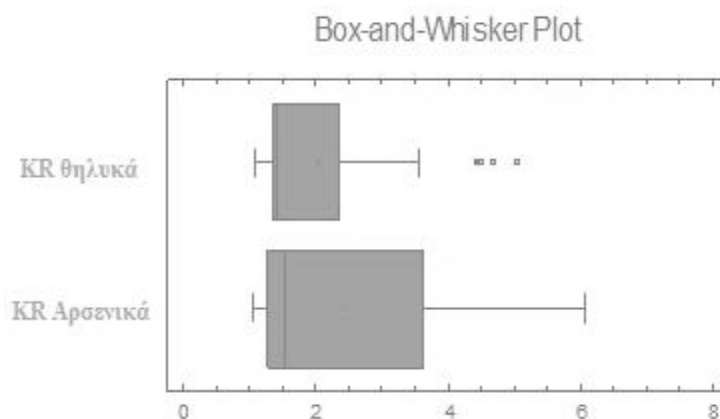
Σχήμα 3.7. Σύγκριση κατανομών του δείκτη ευρωστίας (Kc) ανά μήνα δειγματοληψίας.

Πραγματοποιήθηκε στατιστικός έλεγχος για να εξετασθεί εάν ο σχετικός δείκτης ευρωστίας έχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των αρσενικών και θηλυκών ατόμων. Από τα δεδομένα (Πιν. 3.13) φαίνεται ότι οι δύο κατανομές αποκλίνουν από κανονικές, αφού ο συντελεστής ασυμμετρίας και στα δύο φύλα είναι μεγαλύτερος από 2. Η δοκιμασία Kolmogorov-Smirnov που εφαρμόστηκε, έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των κατανομών ($P=0,36 > 0,05$).

Πίνακας 3.13. Στατιστικά αποτελέσματα από τη σύγκριση κατανομών του δείκτη ευρωστίας (K_R) στα δύο φύλα.

	Αρσενικά	Θηλυκά
Αριθμός ατόμων	57	28
Μέση τιμή	2,42	2,06
Διακύμανση	1,82	1,51
Τυπική απόκλιση	1,35	1,23
Μικρότερη τιμή	1,04	1,07
Μεγαλύτερη τιμή	6,07	5,04

Διασπορά	5,03	3,97
Συντελεστής ασυμμετρίας	2,18	3,28
Συντελεστής κύρτωσης	-1,15	0,89



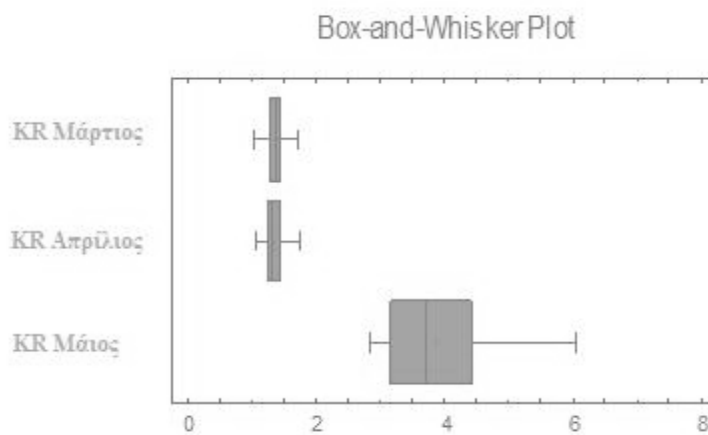
Σχήμα 3.8. Σύγκριση κατανομών του δείκτη ευρωστίας (K_R) ανά φύλο.

Από την στατιστική ανάλυση ANOVA που πραγματοποιήθηκε για τον έλεγχο των κατανομών του σχετικού δείκτη ευρωστίας κατά τους τρεις μήνες φάνηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μηνών ($P=0,00$). Συγκεκριμένα η κατανομή κατά το μήνα Μάιο αποκλίνει σε πολύ μεγάλο βαθμό από τις κατανομές των υπολοίπων δύο. Εφαρμόστηκαν επιπλέον οι αναλύσεις Cochran's C test ($P = 0,0$) και Bartlett's test ($P= 0,0$), για την εξέταση των διαφορών μεταξύ των τυπικών αποκλίσεων των κατανομών και έδειξαν ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά των κατανομών.

Πίνακας 3.14. Στατιστικά αποτελέσματα από τη σύγκριση των κατανομών του δείκτη ευρωστίας (K_R) στις τρεις δειγματοληψίες.

	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος
Αριθμός ατόμων	24	30	31
Μέση τιμή	1,37	1,35	3,84

Διακύμανση	0,02	0,03	0,37
Τυπική απόκλιση	0,16	0,17	0,76
Μικρότερη τιμή	1,04	1,06	2,85
Μεγαλύτερη τιμή	1,71	1,76	6,07
Διασπορά	0,68	0,70	3,22
Συντελεστής ασυμμετρίας	-0,30	0,68	1,78
Συντελεστής κύρτωσης	0,38	-0,35	0,85



Σχήμα 3.9. Σύγκριση κατανομών του δείκτη ευρωστίας (K_R) ανά μήνα δειγματοληψίας.

Ο δείκτης Fulton φαίνεται να είναι πιο ορθός από τον σχετικό δείκτη ευρωστίας. Στην πρώτη περίπτωση φαίνεται ότι οι βάτραχοι κατά το μήνα Απρίλιο ήταν πιο εύρωστοι και σε καλύτερη φυσική κατάσταση σε σχέση με τους άλλους μήνες. Ο δείκτης Fulton είναι πιο διαδομένος γιατί οι δείκτες που χρησιμοποιούν το δείκτη b ενδέχεται να εμπεριέχουν λάθος, προερχόμενο από τη σχέση μήκους - βάρους και να δώσει αλλόκοτα αποτελέσματα χωρίς βιολογική εξήγηση (Ricker, 1975). Στην προκειμένη περίπτωση οι κατά πολύ μεγαλύτερες τιμές που εμφανίζονται στο σχετικό δείκτη ευρωστίας ενδέχεται να οφείλονται στο ανομοιογενές δείγμα (ύπαρξη πολύ μεγάλων και πολύ μικρών σε βάρος και μήκος ατόμων) και στην πολύ εμφανή έλλειψη

θηλυκών ατόμων. Από την άλλη, στο δείκτη ευρωστίας κατά Fulton, η μεγαλύτερη τιμή που παρατηρήθηκε το μήνα Απρίλιο μπορεί να οφείλεται στην ωρίμανση των γονάδων και γενικότερα στην αναπαραγωγική περίοδο.

Σε μελέτη που έχει πραγματοποιηθεί για το είδος *Rana ridibunda*, ο δείκτης ευρωστίας κατά Fulton έχει υπολογιστεί $10,78 \pm 1,50$, $11,18 \pm 1,75$ και $11,32 \pm 1,51$ για τους μήνες Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο αντίστοιχα (Jelodar & Fazli, 2012).

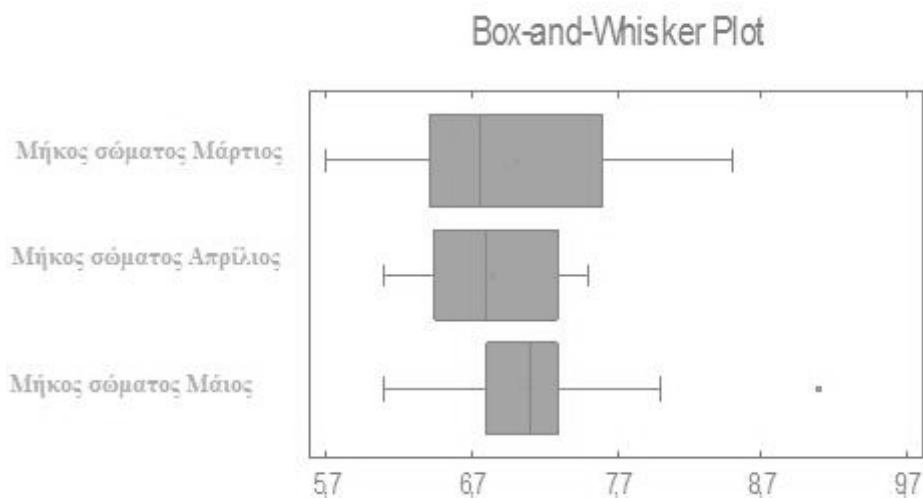
Στη μελέτη των (Pancharatna & Mudogouda, 1997) για το είδος *Rana cyanophlyctis*, κοινό είδος της Ασίας, η τιμή του δείκτη ευρωστίας κατά Fulton για τα θηλυκά άτομα υπολογίστηκε $9,2 \pm 0,6$.

3.5 Στατιστική επεξεργασία

3.5.1. Ανά δειγματοληψία

3.5.1.1. Μήκος σώματος

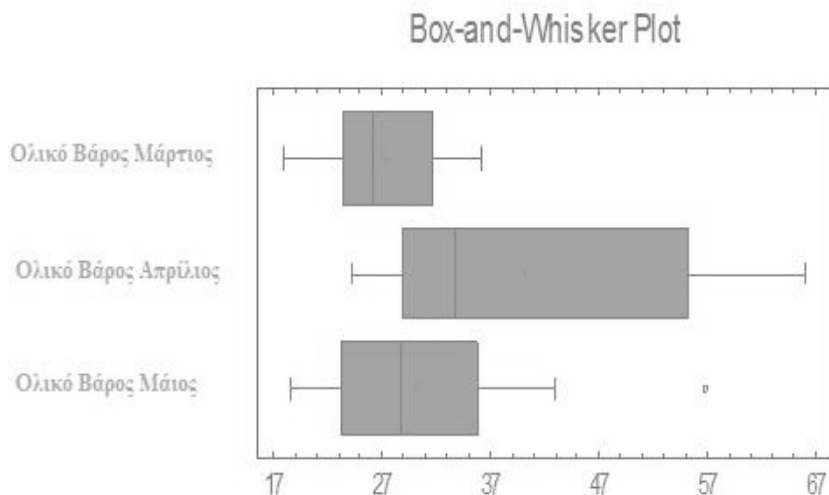
Οι τιμές του μήκους σώματος των νεροβατράχων το μήνα Μάρτιο κυμάνθηκαν από 6,1 cm έως 7,5 cm, τον Απρίλιο από 5,7 cm έως 8,5 cm και το Μάιο από 6,1 cm έως 9,1 cm (Σχήμα 3.6). Από την στατιστική επεξεργασία που εφαρμόστηκε φαίνεται ότι δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά ανάμεσα στα τρία δείγματα με επίπεδο εμπιστοσύνης 95%, F-ratio 1,11 και P-Value 0,3361.



Σχήμα 3.10. Συγκριτική κατανομή του μήκους σώματος για τους τρεις μήνες δειγματοληψίας.

3.5.1.2. Ολικό βάρος

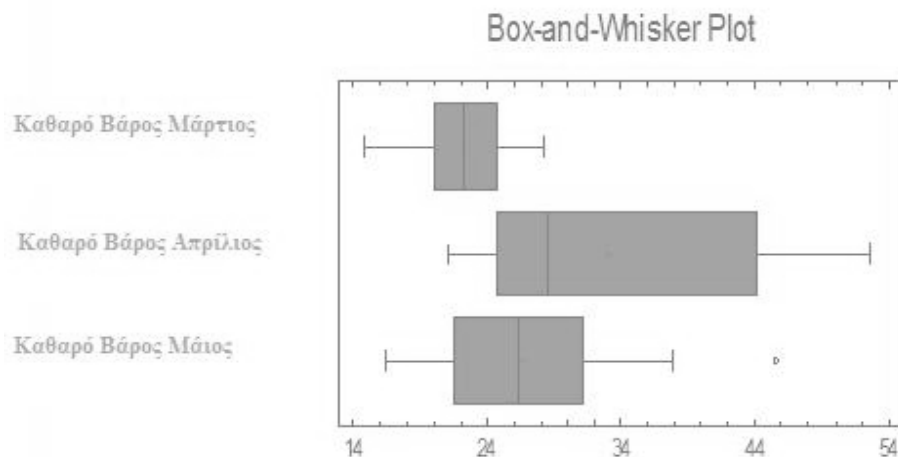
Οι τιμές του ολικού βάρους των νεροβατράχων που συλλέχθηκαν στη δειγματοληψία του Μαρτίου 2012 κυμάνθηκαν από 17,89 g έως 36,15 g, του Απριλίου 2012 από 24,22 g έως 66,04 g και του Μαΐου 2012 από 18,56 g έως 56,83 g (Σχήμα 3.7). Η τιμή F-ratio μεταξύ των δειγμάτων ισούται με 11,91 και το P-value ισούται με 0,00 ($P < 0,05$), οπότε υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δειγμάτων. Η μέση τιμή του ολικού βάρους των ζώων κατά το μήνα Μάρτιο ήταν ίση με 27,77 g, τον Απρίλιο 30,26 g και το Μάιο 40,08 g. Σημαντική στατιστική διαφορά προέκυψε μεταξύ των μηνών Μαρτίου / Απριλίου και Απριλίου / Μαΐου με διαφορά 12,77 και 9,83 αντίστοιχα. Οι επιμέρους συγκρίσεις έγιναν με τη χρήση του κριτηρίου Fisher LSD (Fisher's Least Significant Difference) σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.



Σχήμα 3.11. Συγκριτική κατανομή του ολικού βάρους των ατόμων για τους τρεις μήνες.

3.5.1.3. Καθαρό βάρος

Οι τιμές του καθαρού βάρους των βατράχων που συλλέχθηκαν στη δειγματοληψία του Μαρτίου 2012 κυμάνθηκαν από 14,74 g έως 28,13 g, του Απριλίου 2012 από 20,99 g έως 52,62 g και του Μαΐου 2012 από 16,43 g έως 45,53 g (Σχήμα 3.8). Το F-ratio ήταν ίσο με 13,72 και το P-value με 0,00 ($P < 0,05$), οπότε τα τρία δείγματα έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Η μέση τιμή του καθαρού βάρους το μήνα Μάρτιο είναι ίση με 22,23 g, τον Απρίλιο με 26,59 g και το Μάιο με 33,03 g. Στατιστικά σημαντική διαφορά έχουν οι μήνες Μάρτιος / Απρίλιος, Μάρτιος / Μάιος και Απρίλιος / Μάιος με διαφορά 10,80, 4,36 και 6,44 αντίστοιχα.



Σχήμα 3.12. Συγκριτική κατανομή του καθαρού βάρους σώματος για τους τρεις μήνες.

3.5.2. Ανά φύλο

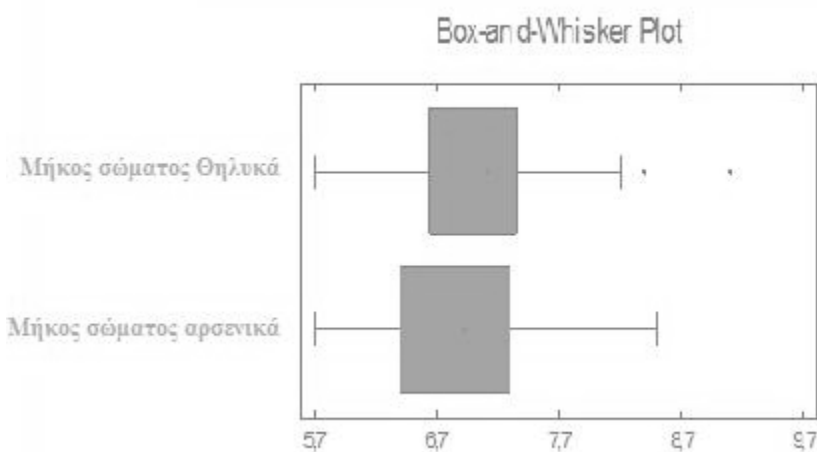
3.5.2.1. Μήκος σώματος

Στον πίνακα 3.8 παριστάνονται τα περιγραφικά στατιστικά δεδομένα για το μήκος σώματος των εδώδιμων βατράχων του Ν. Ιωαννίνων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι δύο κατανομές τείνουν να γίνονται μη κανονικές. Από τον πίνακα των περιγραφικών στατιστικών δεδομένων φάνηκε ότι ο συντελεστής ασυμμετρίας και ο συντελεστής κύρτωσης κυμαίνονται από -2 με 2, άρα δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δειγμάτων.

Πίνακας 3.15. Συγκεντρωτικός πίνακας περιγραφικών στατιστικών δεδομένων για το μήκος σώματος (BL, cm) για τα αρσενικά και θηλυκά άτομα.

	Αρσενικά	Θηλυκά
Αριθμός ατόμων	57	28
Μέση τιμή	6,93	7,12
Διακύμανση	0,37	0,5
Τυπική απόκλιση	0,61	0,71
Μικρότερη τιμή	5,7	5,7

Μεγαλύτερη τιμή	8,5	9,1
Διασπορά	2,8	3,4
Συντελεστής ασυμμετρίας	1,64	1,75
Συντελεστής κύρτωσης	0,23	1,52



Σχήμα 3.13. Συγκριτική κατανομή του σωματικού βάρους στα θηλυκά και αρσενικά άτομα.

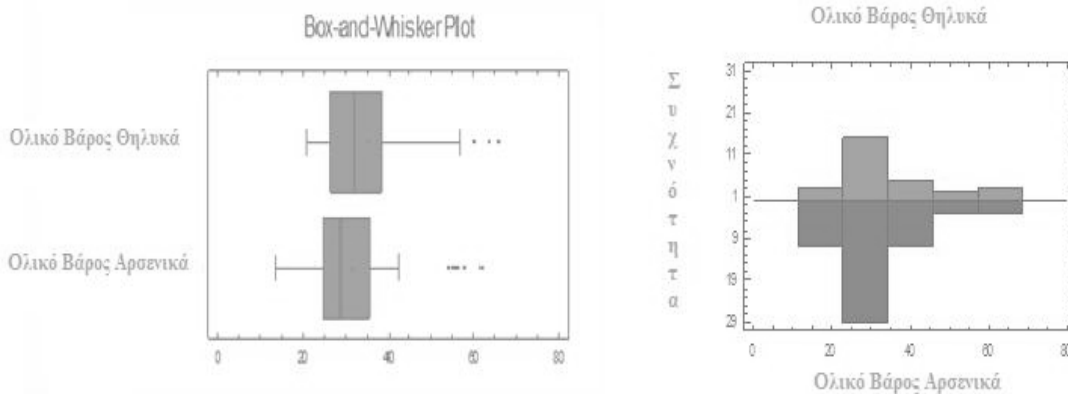
Τα θηλυκά άτομα τείνουν να είναι μεγαλύτερα σε μέγεθος από τα αρσενικά, επειδή τα θηλυκά ωριμάζουν αργότερα και έχουν περισσότερο χρόνο να τρέφονται και να αναπτύσσονται μέχρι να αναπαραχθούν (Arntzen, 2000). Είναι χαρακτηριστικό στην πλειοψηφία των αμφιβίων και στην περίπτωση που τα αρσενικά είναι μεγαλύτερα από τα θηλυκά, οφείλεται στο μεγάλο ανταγωνισμό μεταξύ των αρσενικών (Shine, 1979).

3.5.2.2 Ολικό βάρος

Ο συντελεστής ασυμμετρίας και στα αρσενικά και στα θηλυκά και ο συντελεστής κύρτωσης στα αρσενικά δεν κυμάνθηκε από -2 έως 2, άρα οι κατανομές αποκλίνουν από κανονικές. Στην μη παραμετρική δοκιμασία Kolmogorov-Smirnov που εφαρμόστηκε η τιμή της πιθανότητας ήταν $P = 0,52$, άρα δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του ολικού βάρους των θηλυκών και αρσενικών νεροβατράχων που εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη.

Πίνακας 3.16. Συγκεντρωτικός πίνακας περιγραφικών στατιστικών δεδομένων για το ολικό βάρος (TW, g) για τα αρσενικά και θηλυκά άτομα.

	Αρσενικά	Θηλυκά
Αριθμός ατόμων	57	28
Μέση τιμή	31,50	35,19
Διακύμανση	123,58	160,99
Τυπική απόκλιση	11,12	12,69
Μικρότερη τιμή	13,52	20,96
Μεγαλύτερη τιμή	61,99	66,04
Διασπορά	48,47	45,08
Συντελεστής ασυμμετρίας	3,94	2,84
Συντελεστής κύρτωσης	2,09	0,91



Σχήμα 3.14. Α) Συγκριτική κατανομή του ολικού βάρους στα θηλυκά και αρσενικά άτομα. Β) συγκριτικό ιστόγραμμα του ολικού βάρους στα αρσενικά και θηλυκά άτομα.

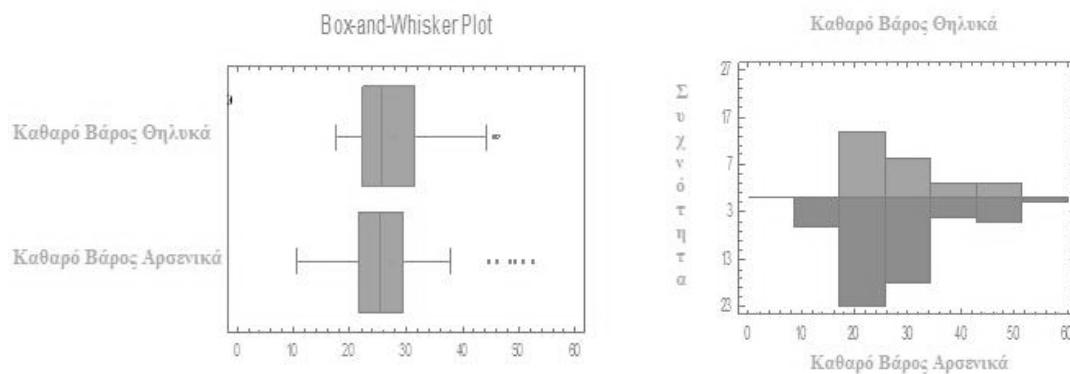
3.5.2.3 Καθαρό βάρος

Ο συντελεστής ασυμμετρίας ήταν μεγαλύτερος από 2 και στα δύο φύλα, άρα υπάρχει απόκλιση των κατανομών. Στην μη παραμετρική δοκιμασία Kolmogorov-Smirnov που εφαρμόστηκε η τιμή της πιθανότητας ήταν $P = 0,87$, άρα δεν υπάρχει

στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των αρσενικών και θηλυκών νεροβατράχων της παρούσας μελέτης.

Πίνακας 3.17. Συγκεντρωτικός πίνακας περιγραφικών στατιστικών δεδομένων για το ολικό βάρος (NW, g) για τα αρσενικά και θηλυκά άτομα.

	Αρσενικά	Θηλυκά
Αριθμός ατόμων	57	28
Μέση τιμή	27,20	28,04
Διακύμανση	86,64	67,75
Τυπική απόκλιση	9,31	8,23
Μικρότερη τιμή	10,52	17,37
Μεγαλύτερη τιμή	52,62	46,22
Διασπορά	42,09	28,85
Συντελεστής ασυμμετρίας	3,55	2,28
Συντελεστής κύρτωσης	1,70	0,29



Σχήμα 3.15. Α) Συγκριτική κατανομή του καθαρού βάρους στα θηλυκά και αρσενικά άτομα. Β) συγκριτικό ιστόγραμμα του καθαρού βάρους στα αρσενικά και θηλυκά άτομα.

Η διερεύνηση των μορφομετρικών διαφορών μεταξύ των φύλων έδειξε ότι δεν υπάρχει φυλετικός διμορφισμός στο είδος, με βάση τα περισσότερα μορφομετρικά

χαρακτηριστικά και η εξωτερική διάκριση του φύλου μπορεί να γίνει μόνο με την ύπαρξη συζευκτικού τύλου στα αρσενικά και του στρογγυλωπού περιγράμματος σώματος στα θηλυκά λόγω της ύπαρξης αυγών. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης συγκλίνουν με αποτελέσματα παλαιότερων μελετών, όπως για το βάτραχο του είδους *Rana graeca* (Ασημακόπουλος, 1992).

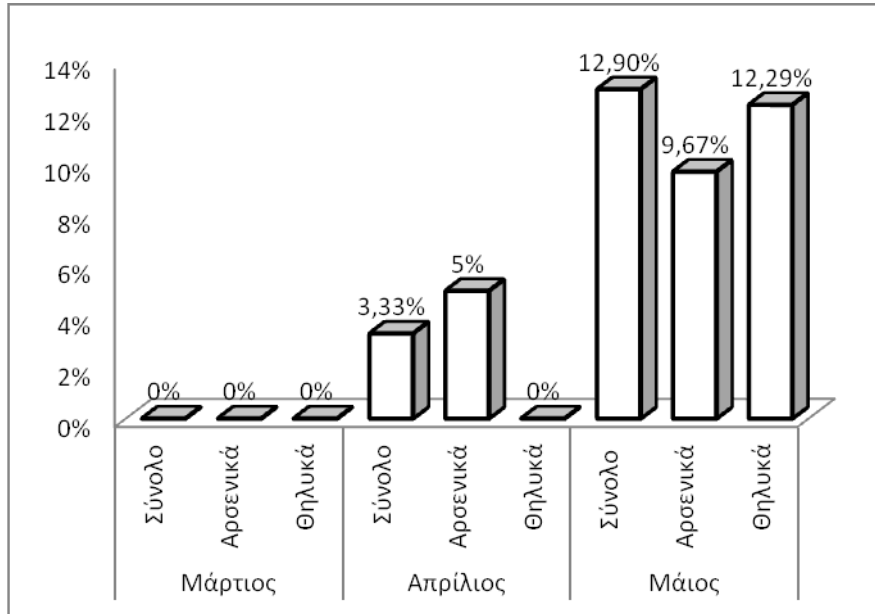
3.6. Παρασιτολογική Εξέταση

Από την εξέταση των δειγμάτων στο οπτικό μικροσκόπιο, παράσιτα ανιχνεύθηκαν στο νεφρό, στον σπλήνα και στο έντερο. Συγκεκριμένα, παράσιτα στο νεφρό βρέθηκαν σε τρία άτομα, στο σπλήνα σε ένα άτομο και στο έντερο σε δύο άτομα (Σχ. 3.16).

Με βάση το μήνα, τα περισσότερα παράσιτα ανιχνεύθηκαν το μήνα Μάιο, με συνολικό ποσοστό μόλυνσης 12,90%, στα αρσενικά 9,67% και στα θηλυκά άτομα 14,29%. Το Μάρτιο δεν παρατηρήθηκαν καθόλου παράσιτα, ενώ τον Απρίλιο, στο 5% των αρσενικών ανιχνεύθηκαν κάποια παράσιτα (Σχ. 3.17). Η σχετική έξαρση των παρασίτων το Μάιο δικαιολογείται λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας.

Με βάση το φύλο, παρατηρήθηκε μεγαλύτερο ποσοστό προσβολής στα αρσενικά άτομα (7,02%), ενώ στα θηλυκά άτομα (3,57%), χωρίς να είναι απόλυτα ασφαλή τα αποτελέσματα, εξαιτίας του μικρού αριθμού θηλυκών ατόμων και δη κατά το μήνα Μάιο.

Μέχρι στιγμής, οι γνώσεις σχετικά με τα παράσιτα των άνουρων βατράχων και ιδιαίτερα του είδους *Rana ridibunda* είναι αρκετά ελλιπείς.



Σχήμα 3.17. Ποσοστό προσβολής των παρασίτων για το σύνολο των ατόμων, τα αρσενικά και τα θηλυκά άτομα και για τις τρεις δειγματοληψίες.

Σε αρκετά άτομα, ιδιαίτερα το μήνα Μάιο, παρατηρήθηκε ύπαρξη κόκκινων σημείων κατά μήκος του σώματος και ιδιαίτερα στους μηρούς και στις γάμπες (Εικ. 3.1.). Είναι η πιο κοινή βακτηριακή μόλυνση που εμφανίζεται στους βάτραχους, το σύνδρομο των κόκκινων γαμπών. Οφείλεται στο στρες και στον αυξημένο συνωστισμό των ατόμων κατά τη διάρκεια του ταξιδιού. Λόγω της βακτηριακής φύσης του συνδρόμου, δεν έγινε περαιτέρω έλεγχος και ταυτοποίηση του υπεύθυνου βακτηρίου.



Εικόνα 3.1. Ύπαρξη του συνδρόμου κόκκινων γαμπών που οφείλεται σε βακτηριακή μόλυνση.

3.6.1 Μυξοσπορίδια

Πίνακας 3.18. Συστηματική κατάταξη Μυξοσποριδίων (<http://animaldiversity.ummz.umich.edu>)

Βασίλειο	Animalia
Φύλο	Cnidaria
Κλάση	Myxosporrea
Τάξη	Bipolarina

Τα Myxosporrea είναι παράσιτα που ανήκουν στα Myxozoa και έχουν έναν περίπλοκο κύκλο ζωής, που περιλαμβάνει αγενή μορφές σε δύο ξενιστές, έναν υδάτινο οργανισμό και έναν εξώθερμο, σπονδυλωτό οργανισμό. Κάθε ξενιστής απελευθερώνει διαφορετικά είδη σπορίων. Τα Myxosporrea που παρασιτούν σε σπονδυλωτούς οργανισμούς, αποτελούνται από πολλά κύτταρα που εμπεριέχονται σε 1 – 7 «βαλβίδες». Τα κύτταρα αυτά περιλαμβάνουν ένα ή δύο μολυσματικά, αμοιβαδοειδή γεννητικά κύτταρα και 2 – 7 πολικές κάψουλες. Τα είδη διακρίνονται κυρίως από το μέγεθος και το σχήμα των σπορίων που απελευθερώνονται από τους ξενιστές.

Με βάση τη μορφολογία του και τη σχετική βιβλιογραφία εκτιμάται ότι το παράσιτο πιθανό να ανήκει στο γένος *Myxidium sp.*, εξαιτίας όμως της έλλειψης ώριμων σπόρων η ταυτοποίηση του δεν είναι δυνατό να επιβεβαιωθεί.

Στην Εικόνα 3.2. παρατηρείται η ύπαρξη αιμορραγίας στο γαστρεντερικό σωλήνα που πιθανό να οφείλεται στην ύπαρξη του παρασίτου.



Εικόνα 3.2. Ύπαρξη αιμορραγίας στο στόμαχο και στο έντερο.

Διάφορα είδη Μυξοσποριδίων έχουν ανιχνευθεί σε πολλά είδη βατράχων:

- Οι Hartigan et al., (2011), ανίχνευαν είδη του *Myxidium sp.* στον εγκέφαλο και τον σπλήνα ενδημικών βατράχων της Αυστραλίας των ειδών *Litoria aurea* και *Litoria raniformis*.
- Οι Jirků et al., (2006) παρατήρησαν είδη του γένους *Myxidium sp.* στο 65% των βατράχων του είδους *Pseudacris triseriata* και το 11% των ατόμων του είδους *Acris crepitans* στις Η.Π.Α. Το παράσιτο ανιχνεύθηκε στη χοληδόχο κύστη.
- Οι Duncan et al., (2004) ανίχνευσαν είδη του γένους *Myxidium sp.* στο βάτραχο του είδους *Megaphrys nasuta* στην Ασία. Το παράσιτο βρέθηκε στο νεφρό.
- Οι Delvinquier et al., (1992) ανίχνευσαν το είδος *Myxidium lesminteri* στο βάτραχο του είδους *Tomopterna krugerensis* (Ranidae) στην Αφρική. Το παράσιτο είχε προσβάλλει τη χοληδόχο κύστη των ζώων.

- Ο Eiras (2005) ανίχνευσε το *Myxidium serotinum* στη χοληδόχο κύστη του βατράχου *Rana pipiens*, *Rana catesbeiana* και *Rana blairi* στην Αμερική.
- Ο Eiras (2005) ανίχνευσε το *Hoferellus anurae* στους νεφρούς, το έντερο και την ουροδόχο κύστη άνυρων βατράχων του είδους *Africalus dorsalis* στη Νιγηρία και του *Hyperolius concolor* στη Γκάνα.
- Οι Browne et al., (2002) ανίχνευσαν μυξοσπορίδια του γένους *Myxobolus fallax* στους όρχεις του δεντροβατράχου *Litoria fallax* στην Αυστραλία.
- Ο Eiras (2005) ανίχνευσε το *Myxobolus ranae* στο δέρμα του βατράχου *Rana temporaria* στην Ελβετία.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Οι μορφομετρικές παράμετροι κατά πλειοψηφία είναι μεγαλύτερες στα θηλυκά άτομα απ' ό,τι στα αρσενικά. Η μέγιστη μέση τιμή του μήκους σώματος καταγράφηκε το μήνα Μάιο, ενώ η μέγιστη μέση τιμή του ολικού βάρους σώματος καταγράφηκε το μήνα Απρίλιο. Τα αποτελέσματα είχαν μικρές αποκλίσεις από αντίστοιχων μελετών, που προέρχονται από τη συλλογή σχετικά μικρόσωμων ατόμων.
- Η σχέση μήκους σώματος – ολικού βάρους σώματος εμφάνισε αρνητική αλλομετρία και στις τρεις δειγματοληψίες. Ο δείκτης δειγματοληψίας κατά Fulton ήταν μεγαλύτερος, με βάση το φύλο, στα θηλυκά και με βάση τη δειγματοληψία, το μήνα Απρίλιο.
- Μικρό παρασιτικό φορτίο βρέθηκε σε μικρό ποσοστό ζώων. Συγκεκριμένα μυξοσπορίδια ανιχνεύτηκαν στο 5,82% του συνόλου των ατόμων, στο 7,02% των αρσενικών και το 3,57% των θηλυκών ατόμων. Το μήνα Μάιο τα ποσοστά αυτά ήταν αυξημένα, ενώ το Μάρτιο δεν ανιχνεύθηκαν παράσιτα.
- Καθίσταται αναγκαία περαιτέρω μελέτη σχετικά με τα παράσιτα στα είδη των νεροβατράχων της περιοχής και δεν μπορούμε να εξάγουμε ασφαλή συμπεράσματα, διότι η μελέτη περιλάμβανε μόνο μία εποχή (άνοιξη) και συνήθως έξαρση των παρασιτώσεων καταγράφεται το καλοκαίρι.
- Η κατάσταση των ζώων ήταν καλή ως προς την ευρωστία και τις παρασιτώσεις, γεγονός θετικό, επειδή αλιεύονται και καταναλώνονται.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

5.1. Ξένη Βιβλιογραφία

- Altherr S., Goyenechea A., Schubert D.J. (2011) *Canapés to extinction. The international trade in frogs' legs and its ecological impact*. A report by Pro Wildlife, Defenders of Wildlife & Animal Welfare Institute (eds.), Munich (Germany), Washington, D.C. USA
- Arikan H., Olgun K., Çevik I.E., Tok C.V. (1998) A Taxonomical Study on the *Rana ridibunda* Pallas, 1771 (Anura: Ranidae) Population from İvriz-Ereğli (Konya). *Turkish Journal of Zoology*, 22: 181-184
- Arnold E.N., Ovenden D.W. (2002) *Reptiles and Amphibians of Europe*. Princeton University Press, Princeton. pp. 288
- Arntzen, J.W. (2000) A growth curve for the newt *Triturus cristatus*. *Journal of Herpetology*, 34: 227-232.
- Ayaz D., Tok C.V., Atatür M.K., Mermer A. (2004) Ranid Frog Specimens Collected from the Vicinity of Erzurum, NE Anatolia. *Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 21: 103-106
- Behler J.L., Behler D.A. (2005) *Frogs: A Chorus of Colors*. Sterling Publishing CO., Ink., New York
- Browne R.K., Scheltinga D.M., Pomeroy M., Mahony M. (2002) Testicular myxosporidiasis in anurans, with a description of *Myxobolus fallax*. *SYSTEMATIC PARASITOLOGY*, 52 (2): 97-110
- Daszak P., Cunningham A.A., Hyatt A.D. (2003) Infectious disease and amphibian population declines. *Diversity & Distributions*, 9:141-150
- Delvinquier B.L.J, Markus M.B., Passmore N.I. (1992) *Myxidium lesminteri* n. sp. (Myxosporidia: Myxidiidae) from the gall-bladder of three southern African Anura. *SYSTEMATIC PARASITOLOGY*, 23 (1): 25-30
- Densmore C.L., Green D.E. (2007) Diseases of amphibians. *Institute for Laboratory Animal Research Journal*, 48: 235-254

- Duncan A.E., Garner M.M., Bartholomew J.L., Reichard T.A., Nordhausen R.A. (2004) Renal Myxosporidiasis in Asian horned frogs (*Megorhynchus nasuta*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 35(3): 381-386
- Eiras J.C. (2005) An overview on the myxosporean parasites in amphibians and reptiles. *Acta Parasitologica*, 50(4), 267–275
- Gasc J.P. (1997) Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe. *Societas Europaea Herpetologica*, Bonn, Germany
- Gendron A. D., Marcogliese D., Barbeau J. S., Christin M. S., Brousseau P., Ruby S., Cyr , Fournier D. (2003) Exposure of leopard frogs to a pesticide mixture affects life history characteristics of the lungworm *Rhabdias ranae*. *Oecologia*, 135: 469-476
- Gubányi A. (1995) Biometrical investigation of water frogs in the Szigetköz Landscape Protection Area. *Misc. Zool. Hung*, 10: 117–126
- Hartigan A., Fiala I., Dyková I., Jirků M., Okimoto B., Rose K., Phalen D.N., Šlapeta J. (2011) A suspected parasite spill-back of two novel Myxidium spp. (Myxosporidia) causing disease in Australian endemic frogs found in the invasive Cane toad. *PLOS One* 6(4): e 18871
- Hickman C.P., Roberts L.S., Larson A. (2005) Ολοκληρωμένες Αρχές Ζωολογίας. Αποστολοπούλου Μ. (Επιμέλεια). 2^η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα, Β' Τόμος, σελ. 78-101
- Jelodar H.T., Fazli H. (2012) Monthly Changes in Condition, Hepatosomatic Index and Bioavailability in Frogs (*Rana ridibunda*). *Research Journal of Biology*, 2(1): 9-14
- Jirků M., Bolek M.J, Whipps C.M., Janovy J., Kent M.L., Modrý D. (2006) A New Species of Myxidium (Myxosporidia: Myxidiidae), from the Western Chorus Frog, *Pseudacris triseriata triseriata*, and Blanchard's Cricket Frog, *Acris crepitans blanchardi* (Hylidae), from Eastern Nebraska: Morphology, Phylogeny, and Critical Comments on Amphibian Myxidium Taxonomy. *Journal of Parasitology*, 92(3): 611-619
- Jirků M., Modrý D., Šlapeta JR, Koudela B, Lukes J (2002) The phylogeny of *Goussia* and *Choleoeimeria* (Apicomplexa; Eimeriorina) and the evolution of excystation structures in coccidia. *Protist* 153(4):379-390

- Johnson M.L., Speare R. (2003) Possible modes of dissemination of the amphibian chytrid *Batrachochytrium dendrobatidis* in the environment. *Diseases Aquatic Organisms*, 65: 181-186
- Kuzmin I.V., Botvinkin A.D., McElhinney L.M., Smith J.S., Orciari L.A., Hughes G.J., Fooks A.R., Rupprecht C.E. (2004) Molecular epidemiology of terrestrial rabies in the former Soviet Union. *Journal of Wildlife Diseases*, 40: 617–631
- Kyriakopoulou-Sklavounou P., Sjorgen, P., J, Jansson H. (1991) Discordant genetic and morphological differentiation between three *Rana ridibunda* populations from northern Greece. *Heredirus*, 115: 51 – 61
- LeCren C.D. (1951) The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in perch, *Perca fluviatilis*. *Journal of Animal Ecology*, 20: 201-209
- Lutz C.G., Avery J.L. (1999) Bullfrog culture. southern regional aquaculture center. No. 436. p. 4
- Mazzoni R., Cunningham A.A., Daszak P., Apolo A., Perdomo E., Speranza G. (2003) Emerging Pathogen of Wild Amphibians in Frogs (*Rana catesbeiana*) Farmed for International Trade. *Emerging Infectious Diseases*, 9(8): 995-998
- Miaud C., Guyetant R., Elmberg J. (1999) Variations in life-history traits in the common frog *Rana temporaria*: a literature review and new data from the French Alps. *Journal of Zoology*, 249: 61–73
- Pancharatna K., Patil M.M. (1997) Role of temperature and photoperiod in the onset of sexual maturity in female frogs, *Rana cyanophlyctis*. *Ournal of Herpetology*, 31: 111-114
- Pasteris S.E., Bühler M.I., Nader-Macías M.E. (2006) Microbiological and histological studies of farmed bullfrog (*Rana catesbeiana*) tissues displaying red-leg syndrome. *Aquaculture* 251: 11–18
- Radojicic J. (2008) A study of polymorphic microsatellite markers and mitochondrial DNA of pure and hybrid green frog populations of *Rana* spp. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Κρήτης, σελ 214
- Ricker E.E. (1973) Linear regression in fishery research. *Journal of the Fishery Research Board of Canada*, 30 (3): 409–434

- Saeed I., Al-Barwari S.E., Al-Harmni K.I. (2007) A Metazoan Parasitological Research of Some Iraqi Amphibians. *Türkiye parazitoloji dergisi*, 4: 337-345
- Sandeman R.M. (2001) Parasites, parasitology and parasitologists. *International Journal for Parasitology*, 31(9): 853-857
- Schneider H., Sinch U., Sofianidou T.S. (1993) The water frogs of Greece. Bioacoustic evidence for a new species. *Zeitschrift für Zoologische Systematik und Evolutions Forschung*, 31: 47-63
- Schneider H., Sofianidou T.S., Kyriakopoulou-Sklavounou P. (1984) Bioacoustic and morphometric studies in water frogs (genus *Rana*) of Lake Ioannina in Greece, and description of a new species (Anura, Amphibia). *Z. zool. Syst. Evol.-forsch.*, 22: 349-366
- Shine R. (1979) Sexual selection and sexual dimorphism in the Amphibia. *Copeia*, pp. 297-306
- Sofianidou T. S., Schneider H. (1989) Distribution range of the Epeirus frog *Rana epeirotica* (Amphibia: Anura) and the composition of the water frog populations in western Greece. *Zoologischer Anzeiger*, 223: 13-25
- Sofianidou T. S., Schneider H., Asimakopoulos B. (1987) Distribution of the water frog *Rana epeirotica* (Amphibia, Anura) in Greece. In: *Proceedings of the 4th Ordinary General Meeting of the Societas Europaea Herpetologica*, (Gelder, van, J. J., Strijbosch, H., Bergers, & M., P. J., eds) Faculty of Sciences Nijmegen. pp. 365-367
- Stevenson R.D., Woods W.A. (2006) Condition indices for conservation: new uses for evolving tools. *Integrative and Comparative Biology*, 46: 1169-1190
- Swiderski Z., Tkacht V. (1997) Differentiation and Ultrastructure of the Paruterine Organs and Paruterine Capsules, in the Nematotaeniid Cestode *Nematotaenia dispar* (Goeze, 1782) (Lühe, 1910), a Parasite of Amphibians. *International Journal of Parasitology*, 27 (6): 635-644
- Tesch F.W. (1971) Age and growth. In: *Methods for assessment of Fish production in fresh waters*. Ricker W.E. (Ed). Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 99-130
- Tokur B., Gurbuz R.D., Ozyurt G. (2008) Nutritional composition of frog (*Rana esculanta*) waste meal. *Bioresource Technol.*, 99 (5): 1332-1338

- Van Buskirk J., Saxer G. (2001) Delayed costs of an induced defense in tadpoles? morphology, hopping, and development rate at metamorphosis. *Evolution*, 55: 821–829
- Waldman B., van de Wolfshaar K.E, Klena J.D, Andjic V., Bishop P.J., Norman R.J. (2001) Chytridiomycosis in New Zealand frogs. *Surveillance*, 28(3): 9-11
- Werner J.K., Davis J.S., Slaght K.S. (1988) Trypanosomes of *Bufo americanus* from Northern Michigan. *Journal of Wildlife Diseases*, 24(4): 647-649
- Young S., Berger L., Speare R. (2007) Amphibian chytridiomycosis: strategies for captive management and conservation. *International Zoo Yearbook*, 41: 85–95

5.2. Ελληνική Βιβλιογραφία

- Αντωνιάδης Α.Γ., Καρτάλη Σ., Λεγάκης Ν.Ι., Μανιάτης Α.Ν., Τσελέντης Ι. (2005) Ιατρική Μικροβιολογία, 3^η Έκδοση, Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης, Αθήνα, σελ. 362
- Ασημακόπουλος Β. (1992) Γεωγραφική κατανομή, βιολογία και οικολογία του βατράχου *Rana graeca* Boulenger στην Ελλάδα. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, σελ. 155
- Τσιώρα Α. (2003) Βιολογία αναπαραγωγής του νεροβατράχου *Rana epeirotica* (Schneider et al., 1984) της λίμνης των Ιωαννίνων. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σελ. 157
- Φώτης Γ.Δ, Αγγελίδης Π.Γ. (2003) Εκτροφή και Παθολογία Ιχθύων. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη, σελ. 430

5.3. Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

- http1: <http://www.waza.org>
- http2: http://tolweb.org/Rana_epeirotica/17495
- http3: <http://wildlife-archipelago.gr/wordpress/amphibians/marsh-frog/>
- http4: <http://www.ifrog.us/ifacts/>
- http5: http://zipcodezoo.com/Animals/P/Prosotocus_confusus/

6. Abstract

The purpose of this undergraduate thesis was to study the physical condition and the “well – being” of the sympatric, Ranidae populations in the Lake Pamvotida (Ioannina).

A total of 85 individuals of *Rana ridibunda*, *Rana epeirotica* and their hybrids, were used in the present study, in a period of three months (March, April, May, 2012). For the morphometric study, eleven measurements were made on each frog, and 10 ratios were calculated, which are widely used in literature. The parasitological examination included sampling of various interior organs, wet mount preparations, and the observation in optical microscopy. In order to study possible differences between the monthly samples the Analysis of Variance (ANOVA) was used, while the possible differences between the sexes were processed using the Two Sample Comparison (T-Test) and the Kolmogorov-Smirnov Test.

The sex ratio was males: females = 2,03. The mean body length for males was $6,93 \pm 0,61$ cm, while for females it was $7,12 \pm 0,71$ cm. Furthermore the mean total weight for males was $31,50 \pm 10,40$ g while for females it was $35,19 \pm 12,82$ g. The morphometric data increased in females. The Fulton’s condition factor seems to increase in April ($11,25 \pm 1,12$) in females as well ($11,52 \pm 0,94$). Significant differences were found in the total and the net weight among the three samples.

The parasitological examination revealed that 5,82% of the individuals, 7,02% of the males and 3,57% of females, were infected by parasites. The rate of parasitic infection increased in May. Specifically 12,90% of the individuals, 9,67% of males, and 14.29% of females, were infected. In contrast, the rate of parasitic infection decreased in

April: 5% of the males were infected, while in March they no parasites were detected. The detected parasite was a myxosporean.

Further studies are necessary in the detected parasites in the water frog species of this region as the current study took place in spring, which makes it seasonal.

Key words: *Rana ridibunda*, *Rana epeirotica*, hybrid, condition factor, myxosporea.