



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ**  
**ΠΜΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ**  
**ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΥΓΙΕΙΝΗ**



**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Βιβλιογραφική ανασκόπηση για τα τροφιμογενή παθογόνα  
*Vibrio* στο θαλάσσιο περιβάλλον και στα οστρακοειδή»**

**ΣΤΥΛΙΑΝΗ ΖΥΓΟΥΡΗ**

**Λάρισα, 2023**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ**  
**ΠΜΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ**  
**ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΥΓΙΕΙΝΗ**



**«Βιβλιογραφική ανασκόπηση για τα τροφιμογενή παθογόνα  
*Vibrio* στο θαλάσσιο περιβάλλον και στα οστρακοειδή»**

**«Literature review on *Vibrio* foodborne pathogens in the  
marine environment and shellfish»**

**ΣΤΥΛΙΑΝΗ ΖΥΓΟΥΡΗ**

**Λάρισα, 2023**

### **Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:**

- 1) Φωτεινή Φ. Παρλαπάνη**, Επίκουρη Καθηγήτρια, Μοριακή Μικροβιολογία και Ποιότητα Αλευτικών Προϊόντων – Τροφίμων, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, *Επιβλέπων*.
- 2) Ιωάννης Σ. Μποζιάρης**, Καθηγητής, Υγιεινή και Συντήρηση Ιχθυηρών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, *Μέλος*.
- 3) Ανδρέα Πεξορά**, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Τμήμα Κτηνιατρικής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, *Μέλος*.

*Στην μητέρα μου, τα αδέρφια μου, την γιαγιά μου  
και τους φίλους μου γιατί σε κάθε μου επιλογή στέκονται πάντα δίπλα μου...*



## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

*Πρωτίστως, θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα της παρούσας διπλωματικής εργασίας, κα Φωτεινή Παρλαπάνη για την καθοδήγηση και τη συνεχή υποστήριξή της, καθ'όλη τη διάρκεια της συγγραφής της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας, καθώς και τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, τον κ. Ιωάννη Μποζιάρη και την κα Ανδρεάνα Πεξάρá, για τις χρήσιμες συμβουλές τους και την καθοδήγησή τους που με βοήθησαν να τη φέρω σε πέρας.*

*Τέλος, θα ήθελα να απευθύνω ένα τεράστιο ευχαριστώ στους δικούς μου ανθρώπους, την οικογένεια και τους φίλους μου, που είναι πάντα εκεί για να με ενθαρρύνουν, για την συνεχή συμπαράσταση και κατανόηση που έδειξαν σε όλη αυτή την διαδρομή.*

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα *Vibrio* αποτελούν μέρος της φυσικής μικροχλωρίδας του νερού των ωκεανών κι έτσι είναι δυνατόν να βρεθούν στα αλιευτικά προϊόντα και κυρίως στα οστρακοειδή. Μεταξύ των ειδών που περιέχονται σε αυτό το γένος, απαντώνται τρία κυρίως είδη, το *Vibrio vulnificus*, *Vibrio cholerae* και *Vibrio parahaemolyticus* τα οποία εμπεριέχουν στελέχη που προκαλούν τροφική δηλητηρίαση στον άνθρωπο. Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής ήταν η σύνθεση (συνδυασμός, επεξεργασία, σύνοψη) στοιχείων ερευνητικών μελετών που έχουν δημοσιευθεί σε διεθνείς βάσεις δεδομένων όπως PubMed, Scopus, Google Scholar, Science Direct, για την ανίχνευση βακτηρίων *Vibrio* στο υδάτινο περιβάλλον και στα οστρακοειδή έτσι ώστε να προκύψει ένα συνολικό συμπέρασμα. Σύμφωνα με τη μετα-ανάλυση των ερευνών, τα *V. vulnificus*, *V. cholerae* και *V. parahaemolyticus* βρέθηκε να απαντώνται σε υψηλά ποσοστά στα δείγματα αλμυρού και γλυκού νερού που ελήφθησαν από περιοχές των Η.Π.Α. και της Ασίας (π.χ. Ταιβάν), ενώ η εμφάνισή τους βρέθηκε να ποικίλλει με τη γεωγραφική προέλευση, τις κλιματικές συνθήκες (π.χ. θερμοκρασία) αλλά και τη σύσταση του νερού (π.χ. αλατότητα). Όσον αφορά τη συχνότητα εμφάνισης των *Vibrio* στα οστρακοειδή, τα *V. parahaemolyticus*, *V. cholerae*, *V. diazotrophycus*, *V. alginolyticus* και *V. cincinnatiensis* βρέθηκαν σε υψηλή συχνότητα στην Ασία, τα *V. cholerae*, *V. vulnificus*, *V. alginolyticus* και *V. parahaemolyticus* στην Αμερική, τα *V. parahaemolyticus*, *V. cholerae*, *V. vulnificus*, *V. cincinnatiensis* και *V. fluvialis* στην Ευρώπη και τα *V. parahaemolyticus* στην Αυστραλία. Συμπερασματικά διαπιστώθηκε ότι η εμφάνιση συγκεκριμένων ειδών τροφιμογενών *Vibrio* συνδέεται με τη γεωγραφική περιοχή σε επίπεδο ηπείρων, ενώ η αφθονία τους ή η συχνότητα εμφάνισής τους αυξάνουν με την αύξηση της θερμοκρασίας.

**Λέξεις-Κλειδιά:** βακτήρια, υδάτινο περιβάλλον, οστρακοειδή, μετα-ανάλυση.

## ABSTRACT

*Vibrio* spp are part of the natural microflora of ocean water, so it is possible to find them in fish products and mainly shellfish. This genus contains at least three potential pathogenic species, *V. vulnificus*, *V. cholerae* and *V. parahaemolyticus* which contain strains that cause food poisoning in humans. The aim of the postgraduate thesis was to combine data of research studies from international literature databases e.g., PubMed, Scopus, Google Scholar, Science Direct, concerning the detection of *Vibrio* associated with foodborne diseases, in the aquatic environment and shellfish. According to the results of the meta-analysis, *V. vulnificus*, *V. cholerae*, and *V. parahaemolyticus* were the most common potential pathogenic *Vibrio* in both salt and fresh waters depending on the geographical region, climate conditions (e.g., temperature), water containment in substances (e.g., salt). Regarding shellfish, *V. parahaemolyticus*, *V. cholerae*, *V. diazotrophicus*, *V. alginolyticus* and *V. cincinnatiensis* were found as most abundant in samples originating from Asia, *V. cholerae*, *V. vulnificus*, *V. alginolyticus* and *V. parahaemolyticus* from America, *V. parahaemolyticus*, *V. cholerae*, *V. vulnificus*, *V. cincinnatiensis* and *V. fluvialis* from Europe and *V. parahaemolyticus* from Australia. To conclude, the abundance of potential pathogenic *Vibrio* in aquatic environment and shellfish varied among the continents depending on the climate conditions.

**Keywords:** bacteria, aquatic environment, shellfish, meta-analysis.

## Περιεχόμενα Σχημάτων

Σχήμα 3. 1. Παθογόνα βακτήρια του γένους <i>Vibrio</i> στα υδάτινα οικοσυστήματα.....	3
Σχήμα 3. 2. Συχνότητα εμφάνισης (%) του <i>V. parahaemolyticus</i> σε αλιευτικά προϊόντα στην Ασία.....	3
Σχήμα 3. 3. Συχνότητα εμφάνισης <i>V. cholerae</i> σε αλιεύματα στην Ασία.....	5
Σχήμα 3. 4. Συχνότητα εμφάνισης (%) <i>V. diazotrophycus</i> , <i>V. alginolyticus</i> , <i>V. vulnificus</i> και <i>V. cincinnatiensis</i> σε αλιεύματα στην Ασία.....	7
Σχήμα 3. 5. Συχνότητα εμφάνισης <i>V.cholerae</i> σε αλιεύματα στην Αμερική.....	20
Σχήμα 3. 6. Συχνότητα εμφάνισης <i>V. parahaemolyticus</i> σε αλιεύματα στην Αμερική.....	22
Σχήμα 3. 7. Συχνότητα εμφάνισης <i>V.vulnificus</i> και <i>V. alginolyticus</i> σε αλιεύματα στην Αμερική.....	24
Σχήμα 3. 8. Συχνότητα εμφάνισης <i>V. parahaemolyticus</i> σε αλιεύματα στην Ευρώπη.....	32
Σχήμα 3. 9. Συχνότητα εμφάνισης <i>V. cholerae</i> σε αλιεύματα στην Ευρώπη.....	34
Σχήμα 3. 10. Συχνότητα εμφάνισης <i>V. alginolyticus</i> , <i>V. vulnificus</i> , <i>V. cincinnatiensis</i> και <i>V. fluvialis</i> σε αλιεύματα στην Ευρώπη.....	36

## Περιεχόμενα Πινάκων

<b>Πίνακας 1.</b> Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων <i>Vibrio</i> σε υδάτινα οικοσυστήματα ανά τον κόσμο.....	1
<b>Πίνακας 2.</b> Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων <i>Vibrio</i> στα οστρακοειδή στην Ασία. ...	8
<b>Πίνακας 3.</b> Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων <i>Vibrio</i> στα οστρακοειδή στην Αμερική. .....	25
<b>Πίνακας 4.</b> Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων <i>Vibrio</i> στα οστρακοειδή στην Ευρώπη. .....	37
<b>Πίνακας 5.</b> Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων <i>Vibrio</i> στα οστρακοειδή στην Αυστραλία.....	43

## Περιεχόμενα

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	1
Παθογόνοι Μικροοργανισμοί .....	1
Γενικά-Μικροοργανισμοί .....	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>
1.1.1 Κατηγορίες Παθογόνων .....	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>
1.2 Βακτήρια .....	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>
1.2.1 Βακτήρια-Γενικά.....	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>
1.3 Δονάκια ( <i>Vibrio</i> ) .....	1
1.3.1 Ορισμός.....	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>
1.3.2 Χαρακτηριστικά των <i>Vibrio</i> .....	2
1.3.3 Βιμπρίωση (Vibriosis) .....	2
1.3.4 Προσβολή από <i>Vibrio</i> .....	3
1.3.5 <i>Vibrio</i> και οστρακοειδή (στρείδια) .....	3
1.3.6 Έλεγχος και πρόληψη της βιμπρίωσης .....	4
1.3.7 Ταυτοποίηση <i>Vibrio</i> .....	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>
1.4 <i>Vibrio cholerae</i> .....	4
1.4.1 Γενικά.....	4
1.4.2 Επιδημιολογία .....	5
1.4.3 Συμπτώματα και θεραπεία .....	5
<b>1.4.4 Πρόληψη</b> .....	6
<b>1.4.5 Διάγνωση</b> .....	6
<b>1.4.6 Εμβόλια</b> .....	7
1.5 <i>Vibrio vulnificus</i> .....	7
1.5.1 Ορισμός-Γενικά .....	7
1.5.2 Επιδημιολογία .....	7
1.5.3 Συμπτώματα και θεραπεία .....	8
1.5.4 Πρόληψη .....	9

1.5.5 Διάγνωση .....	9
1.6 <i>Vibrio parahaemolyticus</i> .....	10
1.6.1 Ορισμός.....	10
1.6.2 Επιδημιολογία.....	10
1.6.3 Κλινικά χαρακτηριστικά και τι προκαλεί; .....	10
1.7 Σκοπός της μελέτης.....	11
<b>2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....</b>	<b>12</b>
2.1 Συλλογή πληροφορίας.....	12
2.2 Στατιστική ανάλυση.....	12
<b>3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>13</b>
3.1 Ανίχνευση παθογόνων βακτηρίων του γένους <i>Vibrio</i> στα υδάτινα οικοσυστήματα.....	13
3.2 Ανίχνευση παθογόνων βακτηρίων του γένους <i>Vibrio</i> στα αλιευτικά προϊόντα.....	1
<b>4. Συζήτηση .....</b>	<b>44</b>
<b>5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>48</b>
<b>6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>49</b>

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το θαλάσσιο περιβάλλον φιλοξενεί διάφορους μικροοργανισμούς οι οποίοι είναι αυτόχθονοι μικροοργανισμοί του νερού (πχ. *Vibrio*) ή του ιζήματος (πχ. *Clostridium*) και μικροοργανισμοί επιμόλυνσης από τη στεριά (πχ. διάφορα εντερικά παθογόνα βακτήρια και ιοί). Σε αυτούς, απαντώνται και μικροοργανισμοί οι οποίοι τυγχάνει να είναι παθογόνοι για τον άνθρωπο. Για παράδειγμα, στα *Vibrio* υπάρχουν τρία κυρίως είδη, το *V. vulnificus*, *V. cholerae* και *V. parahaemolyticus* τα οποία περιέχουν παθογόνα στελέχη για τον άνθρωπο. Οι μικροοργανισμοί αυτοί μπορεί να μεταφερθούν στον ανθρώπινο οργανισμό είτε λόγω της επαφής του ανθρώπου με το νερό των υδάτινων οικοσυστημάτων, πράγμα το οποίο συμβαίνει συνήθως σε βεβαρημένα με παθογόνα περιβάλλοντα (πχ. λίμνη Βικτώρια στην Αφρική), ή λόγω κατανάλωσης επιμολυσμένων αλιευτικών προϊόντων με τέτοιους μικροοργανισμούς. Τα τελευταία χρόνια, σύμφωνα με τη NASA (2018), η αύξηση της θερμοκρασίας των επιφανειακών υδάτων των ωκεανών έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της αφθονίας των *Vibrio* στο θαλάσσιο περιβάλλον κι έτσι την πιθανή αύξηση των κρουσμάτων τροφικής δηλητηρίασης από αλιεύματα, κυρίως οστρακοειδή, επιμολυσμένα με *Vibrio*.

Το *Vibrio* (δονάκιο) είναι ένα γένος Gram αρνητικών βακτηρίων που βρίσκεται σε διάφορα υδάτινα οικοσυστήματα. Τα οστρακοειδή, όπως μύδια, στρείδια κτλ., ως διηθηματοφάγα, έχουν μεγαλύτερες πιθανότητες να επιμολυνθούν. Είναι γνωστά περισσότερα από 100 είδη του γένους αυτού, ωστόσο 12 από αυτά έχουν συνδεθεί με την πρόκληση λοίμωξης στον άνθρωπο. Παραδείγματος χάριν, το *V. cholerae* O1 μπορεί να προκαλέσει χολέρα, μια σοβαρή διαρροϊκή νόσο που μπορεί να αποβεί γρήγορα θανατηφόρα αν δεν αντιμετωπιστεί άμεσα. Επιπροσθέτως, τα *V. parahaemolyticus* και *V. vulnificus* προκαλούν σοβαρές γαστεντερίτιδες καθώς και άλλου τύπου ασθένειες όπως η σηψαιμία (το δεύτερο) στον άνθρωπο (Craig et al., 2018).

## 1.2 Παθογόνοι Μικροοργανισμοί – *Vibrio* spp.

Ως μικροοργανισμούς ή μικρόβια ορίζουμε τους οργανισμούς οι οποίοι δεν είναι ευδιάκριτοι με γυμνό οφθαλμό διότι το μέγεθός τους είναι μικρότερο από 0,1mm. Πολλοί από αυτούς ζούνε ελεύθεροι στο φυσικό περιβάλλον, όπως για



παράδειγμα τα νιτροποιητικά βακτήρια, ωστόσο υπάρχουν και εκείνοι των οποίων η επιβίωση προϋποθέτει την ύπαρξη πολυκύτταρων οργανισμών (παράσιτα) όπως μερικοί στρεπτόκοκκοι, αιμόφιλοι, μύκητες. Όμως, πέραν των προαναφερθέντων, πολλοί από αυτούς κάνουν την εμφάνισή τους και στα τρόφιμα σε περιπτώσεις ακατάλληλης αποθήκευσης τους ή επιμόλυνσης τους από εξωτερικούς παράγοντες. Από αυτούς, πιο ευρέως διαδεδομένοι είναι οι βάκιλλοι, το σαλμονέλλα, το λιστέρια, τα καμπυλοβακτήρια αλλά και τα δονάκια (ΕΦΕΤ, 2009).

### 1.3 Δονάκια (*Vibrio*)

#### 1.3.1 Χαρακτηριστικά των *Vibrio*

Τα *Vibrio* είναι υδρόβιοι μικροοργανισμοί που ανευρίσκονται σε θαλάσσια και εκβολικά περιβάλλοντα αλλά και στο εντερικό περιεχόμενο των θαλάσσιων ζώων. Τα κύτταρά τους είναι καμπύλες ράβδοι 0,5μm σε πλάτος και μήκους 1,5μm έως 3,0μm, μονές ή αρμονικές μεταξύ τους σε σχήματα S ή σπείρες. Δεν εμφανίζουν τη δυνατότητα σχηματισμού ενδοσπορίων ή μικροκύστεων και χαρακτηρίζονται από αυξημένη κινητικότητα η οποία επιτυγχάνεται μέσω των μονότριχων ή πολυτριχων μαστιγίων που διαθέτουν (ένα έως τρία μαστίγια στο ένα άκρο). Αποτελούν κατά βάση προαιρετικά αναερόβια (δεν απαιτούν οξυγόνο), ικανά τόσο για ζυμωτικό όσο και για οξειδωτικό μεταβολισμό (Venkateswaran, 1999) και καταβολίζουν τη D-γλυκόζη (Percival & Williams, 2014). Στην πλειοψηφία τους είναι θετικά στην οξειδάση βακτήρια. Ευεργετικές ως προς την ανάπτυξή τους είναι οι αλκαλικές συνθήκες (αν και τα περισσότερα είδη *Vibrio* αναπτύσσονται μεταξύ pH 6,5 και 9,0) και οι υψηλές θερμοκρασίες όπου παρατηρείται η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού τους (θερμοκρασίες ανάπτυξης: 20°C έως >40°C). Επιπροσθέτως, καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη τους παίζει η ύπαρξη αλατιού (αλόφιλα) ή η απουσία του (μη αλόφιλα, π.χ. *V. cholerae*) (Percival & Williams, 2014). Τέλος, έχουν την ικανότητα πρόκλησης σοβαρής ασθένειας, όχι μόνο στα ζώα αλλά και στον άνθρωπο, αναφερόμενη ως βιμπρίωση (Venkateswaran, 1999).

#### 1.3.2 Βιμπρίωση (Vibriosis)

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, βιμπρίωση ονομάζεται η ασθένεια που προκαλείται από περίπου 12 είδη δονακίων στον άνθρωπο με βασικότερα τα *V. parahaemolyticus*, *V. cholerae* και *V. vulnificus*. Η βιμπρίωση ευθύνεται για περίπου ογδόντα χιλιάδες

κρούσματα αλλά και εκατό θανάτους στις Η.Π.Α. κάθε χρόνο, όπου το μεγαλύτερο ποσοστό οφείλεται στην κατανάλωση μολυσμένων τροφίμων (CDC, 2019). Ο αριθμός των κρουσμάτων αυξάνει (περίπου στο 80%) κατά τους θερινούς μήνες του έτους (Μάιο-Οκτώβριο), ωστόσο γίνεται αναφορά περιπτώσεων για όλον το χρόνο (CDC, 2020).

#### 1.3.4 Προσβολή από *Vibrio*

Η πιθανότητα μόλυνσης ενός ατόμου είναι αυξημένη στην περίπτωση κατανάλωσης ωμών θαλασσινών, κυρίως οστρακοειδών και πιο συγκεκριμένα στρειδιών. Το συχνότερο αναφερόμενο είδος που την προκαλεί είναι το *V. parahaemolyticus* το οποίο εκτιμάται ότι ευθύνεται για 45.000 ασθένειες κάθε χρόνο στις Η.Π.Α.. Ακόμη, σε περίπτωση ύπαρξης κάποιας δερματικής πληγής και έκθεσής της σε αλμυρό ή υφάλμυρο νερό είτε στην επαφή της με ωμά οστρακοειδή ελοχεύει ο κίνδυνος επιμόλυνσης με *Vibrio*. Τέλος, ευάλωτες ομάδες νόσησης αποτελούν τα άτομα με εξασθενημένο ανοσοποιητικό σύστημα, ιδιαιτέρως όσοι πάσχουν από χρόνια ηπατική νόσο (CDC, 2020).

#### 1.3.5 *Vibrio* και οστρακοειδή

Τα τελευταία χρόνια, μεγάλο μέρος του πληθυσμού απολαμβάνει να καταναλώνει ωμά στρείδια κι έτσι για τον συγκεκριμένο σκοπό έχουν καθιερωθεί εστιατόρια που θεωρούνται ως μοντέρνα. Ωστόσο, η κατανάλωσή τους όπως και άλλων ωμών θαλασσινών μπορεί να οδηγήσει σε λοιμώξεις, συμπεριλαμβανομένης της βιμπρίωσης όπως αναφέραμε στην παραπάνω ενότητα. Η αυξημένη συχνότητα εμφάνισης των *Vibrio* στα στρείδια οφείλεται στο γεγονός ότι τα τελευταία τρέφονται με το φιλτράρισμα του νερού, με αποτέλεσμα τα βακτήρια να συγκεντρώνονται στους ιστούς τους. Επιπροσθέτως, χρήζει μεγάλης προσοχής ότι η παρουσία παθογόνων τροφιμογενών βακτηρίων στα τρόφιμα - οστρακοειδή δε μεταβάλλει τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά όπως την εμφάνιση, την οσμή, τη γεύση, κ.α. Στην πλειοψηφία τους οι μολύνσεις από την κατανάλωση στρειδιών επιμολυσμένων με *Vibrio* έχουν ως αποτέλεσμα μόνο διάρροια και έμετο. Ωστόσο, ορισμένες λοιμώξεις, όπως παραδείγματος χάριν όσες προκαλούνται από το *V. vulnificus*, μπορούν να προκαλέσουν πιο σοβαρές ασθένειες, συμπεριλαμβανομένων των λοιμώξεων της κυκλοφορίας του αίματος και σοβαρών δερματικών βλαβών με φουσκάλες (CDC, 2020).

### 1.3.6 Έλεγχος και πρόληψη της βιμπρίωσης

Για τη μείωση της πιθανότητας νόσησης υπάρχουν βασικές οδηγίες που πρέπει να ακολουθούνται, όπως είναι (CDC, 2019):

- ❖ Εφαρμογή νόμων που ρυθμίζουν την παραγωγή, τη μεταφορά και την προετοιμασία των τροφίμων, που αποσκοπούν στην πρόληψη των τροφιμογενών ασθενειών και στον περιορισμό των συνεπειών τους. Για παράδειγμα, έχουν εφαρμοστεί νόμοι για να βοηθήσουν στην πρόληψη της μόλυνσης των ωμών τροφίμων, να επιβάλλουν την ασφαλή προετοιμασία και αποθήκευσή τους.
- ❖ Εάν κριθεί απαραίτητο, να υποστούν κυρώσεις εστιατόρια ή προμηθευτές τροφίμων που είναι υπεύθυνοι για εστίες ασθενειών ή που δεν ακολουθούν ασφαλείς πρακτικές υγιεινής τροφίμων.
- ❖ Αποφυγή κατανάλωσης ωμών ή όχι καλά μαγειρεμένων οστρακοειδών.
- ❖ Σχολαστικό πλύσιμο χεριών σε περίπτωση επαφής με ωμά οστρακοειδή ή με τις εκκρίσεις τους.
- ❖ Σε περίπτωση ύπαρξης ανοιχτής πληγής πρέπει να αποφεύγεται η επαφή με αλμυρό ή υφάλμυρο νερό αλλά και με τα οστρακοειδή ειδικά πρέπει να γίνεται κάλυψη της πληγής με αδιάβροχο επίδεσμο.
- ❖ Εάν το σημείο του τραύματος έρθει σε επαφή με κάποιο από το προαναφερθέντα συνίσταται πολύ καλό πλύσιμο του σημείου αυτού.
- ❖ Τέλος εάν εμφανιστεί στο σημείο της πληγής κάποια δερματική λοίμωξη πρέπει να γίνεται άμεσα ενημέρωση του ιατρού.

## 1.4 *Vibrio cholerae*

### 1.4.1 Γενικά

Η χολέρα αποτελεί μια οξεία, διαρροϊκή νόσο που επέρχεται από την μόλυνση του εντέρου με το *V. cholerae*. Από διακόσιες περίπου οροομάδες O αντιγόνου του συγκεκριμένου δονακίου μόνο οι δύο, O1 και O139, σχετίζονται με την χολέρα (Nair & Sack, 2006).



#### 1.4.2 Επιδημιολογία

Κάθε χρόνο σημειώνονται 1,3 έως 4,0 εκατομμύρια περιπτώσεις χολέρας, με τους θανάτους να ανέρχονται στις 21.000 έως 143.000 παγκοσμίως. Το 2017 ξεκίνησε μία παγκόσμια στρατηγική που αποσκοπούσε στη μείωση των κρουσμάτων χολέρας με σκοπό το 2030 να έχουν μειωθεί οι θάνατοι έως 90% (WHO, 2022).

Το *V. cholerae* βρίσκεται κυρίως σε παραποτάμιο βιότοπο με χαμηλή αλατότητα και σε παράκτια νερά (Wright & Montazeri, 2021). Η νόσηση προκαλείται συνήθως από την κατάποση μολυσμένου νερού ή τροφίμων (π.χ. ωμά οστρακοειδή) κυρίως σε μέρη με ανεπαρκείς συνθήκες υγιεινής. Επιπλέον πηγή μόλυνσης αποτελούν και τα κόπρανα ενός μολυσμένου ατόμου, κυρίως σε περιπτώσεις επιδημίας. Συνεπώς, οι ταξιδιώτες σε περιοχές με επιδημική χολέρα (π.χ. μέρη της Αφρικής, της Ασίας) μπορεί να εκτεθούν σε βακτήρια χολέρας και να εμφανίσουν ασθένεια (CDC, 2020). Ωστόσο στις Η.Π.Α. γενικότερα, είναι σπάνια τα περιστατικά χολέρας μέσω της κατανάλωσης ωμών ή ελαφρώς ψημένων οστρακοειδών από τον Κόλπο του Μεξικού (CDC, 2020).

#### 1.4.3 Συμπτώματα και θεραπεία

##### Συμπτώματα

Η εμφάνιση των συμπτωμάτων της χολέρας μπορεί να διαρκέσει από μερικές ώρες έως και πέντε ημέρες. Τα άτομα που νοσούν έχουν συχνά ήπια ή καθόλου συμπτώματα, ωστόσο υπάρχει η πιθανότητα η νόσηση να αποβεί σοβαρή. Περίπου 1 στα 10 άτομα θα αναπτύξουν σοβαρά συμπτώματα όπως υδαρή διάρροια, έμετο, κράμπες στα πόδια, ευερεθιστότητα. Έτσι σε αυτά τα άτομα, η ραγδαία απώλεια σωματικών υγρών συνεπάγεται σοβαρής μορφής αφυδάτωση και σοκ με αποτέλεσμα την νεφρική ανεπάρκεια. Σε περίπτωση μη έγκαιρης θεραπείας υπάρχει πιθανότητα να επέλθει θάνατος μέσα σε λίγες ώρες (CDC, 2020).

##### Θεραπεία

Στην πλειοψηφία του πληθυσμού η χολέρα είναι εύκολα ιάσιμη. Αντιμετωπίζεται επιτυχώς με άμεση αντικατάσταση των υγρών και των αλάτων που χάνονται από τη διάρροια. Οι ασθενείς μπορούν να υποβάλλονται σε θεραπεία με πόσιμο διάλυμα επανυδάτωσης (ORS). Σε σοβαρότερες καταστάσεις όπου υπάρχει κίνδυνος καταπληξίας η αντιμετώπιση της ασθένειας γίνεται με ενδοφλέβια χορήγηση του υγρού και παράλληλη χρήση αντιβιοτικών για την μείωση της

διάρροιας και την πτωτική πορεία της σοβαρότητας της νόσου. Με την έγκαιρη επανυδάτωση, λιγότερο από το 1% των ασθενών με χολέρα πεθαίνουν. Ωστόσο η μαζική χορήγηση αντιβιοτικών δεν συνιστάται, καθώς δεν έχει αποδεδειγμένη επίδραση στην εξάπλωση της χολέρας και μπορεί να συμβάλει στην μικροβιακή αντοχή. Ακόμη, έχει διαπιστωθεί στα παιδιά ηλικίας μικρότερης των πέντε ετών πως είναι ωφέλιμη η θεραπεία με ψευδάργυρο που βελτιώνει τα συμπτώματα της νόσου. Όταν οι ασθενείς με χολέρα αντιμετωπίζονται γρήγορα, συνήθως αναρρώνουν χωρίς μακροπρόθεσμες συνέπειες και δεν γίνονται συνήθως φορείς του βακτηρίου της χολέρας αφού αναρρώσουν, αλλά αρρωσταίνουν σε επόμενη έκθεσή τους (CDC,2020).

#### 1.4.4 Πρόληψη

Στην πρόληψη της νόσησης από χολέρα βασικό κομμάτι αποτελεί η προσωπική υγιεινή ( π.χ. πολύ καλό πλύσιμο χεριών) και η προσοχή στην απόρριψη των κοπράνων. Ακόμη, ο χώρος στον οποίο γίνεται η προετοιμασία των τροφίμων και το μαγείρεμα είναι σημαντικό να διατηρείται καθαρός και να απολυμένεται. Όσον αφορά γενικότερα τα τρόφιμα ασφαλέστερη επιλογή αποτελούν τα συσκευασμένα ή τα πολύ καλά μαγειρεμένα. Ομοίως, το ίδιο ισχύει για το νερό που είναι πιο αξιόπιστο εμφιαλωμένο, βραστό ή χημικά επεξεργασμένο αλλά και για τα εμφιαλωμένα ποτά. Επιπροσθέτως, σε περίπτωση ταξιδιού, πρέπει να γίνεται ενημέρωση για το αν έχουν εμφανιστεί κρούσματα χολέρας στην περιοχή επίσκεψης (αν και ο κίνδυνος είναι χαμηλός με τα κατάλληλα μέτρα πρόληψης) και στην περίπτωση υποψίας χολέρας θα πρέπει να γίνεται άμεσα αναζήτηση ιατρικής βοήθειας. Τέλος, οι μητέρες που παρατηρούν υδαρή διάρροια στα βρέφη μπορούν να συνεχίζουν τον θηλασμό (CDC, 2020).

#### 1.4.5 Διάγνωση

Για τον έλεγχο της χολέρας, γίνεται λήψη δείγματος κοπράνων από εξειδικευμένο προσωπικό και αποστέλλεται σε εργαστήριο για την αναζήτηση των βακτηρίων της χολέρας (CDC, 2020).

### 1.4.6 Εμβόλια

Το Shanchol™ και το Euvichol-Plus® είναι τα εμβόλια που είναι διαθέσιμα για εκστρατείες μαζικού εμβολιασμού μέσω του Παγκόσμιου Αποθέματος OCV. Το απόθεμα υποστηρίζεται από την Gavi, την Vaccine Alliance.

Με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία, ο WHO τον Αύγουστο του 2017 για τα εμβόλια κατά της χολέρας αναφέρει ότι:

- Το OCV θα πρέπει να χρησιμοποιείται σε περιοχές με ενδημική χολέρα, σε ανθρωπιστικές κρίσεις με υψηλό κίνδυνο της νόσου και κατά τη διάρκεια επιδημιών της συνδυαστικά με άλλες στρατηγικές πρόληψης και ελέγχου.
- Επιπροσθέτως, ο εμβολιασμός δεν θα πρέπει να διαταράσσει την παροχή άλλων υγειονομικών παρεμβάσεων υψηλής προτεραιότητας για τον έλεγχο ή την πρόληψη των επιδημιών χολέρας.

Σε εκστρατείες μαζικού εμβολιασμού που έλαβαν χώρα σε περιοχές με ξέσπασμα, με αυξημένη ευπάθεια κατά τη διάρκεια ανθρωπιστικών κρίσεων και σε πληθυσμούς που ζουν σε περιοχές με υψηλή ενδημία, γνωστές ως «hotspots» έχουν χορηγηθεί >100.000.000 δόσεις OCV (WHO, 2022).

## 1.5 *Vibrio vulnificus*

### 1.5.1 Ορισμός-Γενικά

Το *V. vulnificus* είναι ένα αρνητικό Gram αλόφιλο βακτήριο με τεράστια γενετική ποικιλομορφία (>100 διαφορετικά στελέχη) το οποίο συνήθως απαντάται σε ζεστά, παράκτια νερά και εκβολές ποταμών (10–25 ppt) (Phillips & Satchell, 2017). Επιπλέον, φαίνεται ότι οι αλλαγές στο κλίμα, όπως είναι η υπερθέρμανση του πλανήτη που οδηγεί στην άνοδο της θερμοκρασίας του θαλασσινού νερού, λειτουργεί ευεργετικά στην ανάπτυξή του ακόμη και σε περιοχές που δεν είχε εμφανιστεί ξανα (Phillips & Satchell, 2017). Οι περιπτώσεις λοιμώξεων από το συγκεκριμένο δονάκιο αν και σπάνιες, ευθύνονται για την πλειοψηφία θανάτων που επέρχονται από τα *Vibrio*. Τα ποσοστά θνητότητας για σήψη και μόλυνση τραύματος ανέρχονται στο 50% και 17% αντίστοιχα (CDC, 2019).

### 1.5.2 Επιδημιολογία

Οι περισσότερες βακτηριακές τροφιογενείς λοιμώξεις φαίνεται να ακολουθούν πτωτική πορεία, ωστόσο ο εκτιμώμενος αριθμός κρουσμάτων από *Vibrio* στις Ηνωμένες Πολιτείες στην πραγματικότητα αυξήθηκε κατά 310% το 2018 σε



σύγκριση με τα περασμένα τρία χρόνια. Η αύξηση της θερμοκρασίας του θαλασσινού νερού και η παραμονή των θαλασσινών σε θερμοκρασία δωματίου αυξάνουν την αφθονία των *Vibrio* spp. (Wright & Montazeri, 2021).

Το *V. vulnificus* απαντάται σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές με θερμοκρασίες νερού να κυμαίνονται από 9 έως 31°C και με αλατότητα 15 έως 25 ppt. Ο κόλπος του Μεξικού αποτελεί μία σοβαρή πηγή προέλευσης επιμολυσμένων με *V. vulnificus* οστρακοειδών (Wright & Montazeri, 2021). Ακόμη, στις Η.Π.Α., ο μικροοργανισμός αυτός αποτελεί την κύρια αιτία θανάτου από την κατανάλωση οστρακοειδών. Κάθε χρόνο καταγράφονται 45 περιστατικά νοσηλείας και 16 θάνατοι (Heng et al., 2017).

### 1.5.3 Συμπτώματα και θεραπεία

Τα συμπτώματα που παρατηρούνται λόγω της επιμόλυνσης με *V. vulnificus* είναι:

- Νεκρωτική απονευρωσίτιδα η οποία περιορίζεται στην πάσχουσα περιοχή και δεν παρατηρείται μεταστατική λοίμωξη (σοβαρή λοίμωξη κατά την οποία η σάρκα γύρω από μια ανοιχτή πληγή νεκρώνεται).
- Πρωτοπαθή σηψαιμία (θνησιμότητα 60%-75%): συνοδευόμενη από έμετο, διάρροια, κοιλιακό άλγος και πόνο στα άκρα. Ακόμη σε ορισμένες περιπτώσεις συνοδεύεται από μεταβολές της νοητικής κατάστασης (διαστολή, λήθαργος ή αποπροσανατολισμός) και θρομβοπενία.
- Διάρροια, που συνοδεύεται από κράμπες στο στομάχι, ναυτία, έμετο και πυρετό.
- Λοίμωξη της κυκλοφορίας του αίματος που συνεπάγεται: πυρετό, ρίγη, χαμηλή αρτηριακή πίεση και δερματικές βλάβες με φουσκάλες.
- Μόλυνση του τραύματος με αποτέλεσμα την εμφάνιση πυρετού, ερυθρότητας, πόνου, οίδηματος, ζέστη και έκκριση υγρών (CDC, 2019).
- Δευτερογενείς δερματικές αλλοιώσεις (π.χ. οι φυσαλίδες και οι εκχυμώσεις στα άκρα του ασθενούς) (Heng et al., 2017).

Ωστόσο σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να προκληθεί ακόμα και θάνατος.

#### Άτυπες εκδηλώσεις

- βακτηριακή περιτονίτιδα
- πνευμονία
- ενδομητρίτιδα

- μηνιγγίτιδα
- σηπτική αρθρίτιδα
- οστεομυελίτιδα
- ενδοφθαλμίτιδα
- κερατίτιδα (Heng et al., 2017).

### Θεραπεία

Παρόλο που η αλόγιστη χρήση αντιβιοτικών δυσκολεύει τη θεραπεία της ασθένειας ακόμη θεωρείται μείζονος σημασίας η έγκαιρη θεραπεία με κατάλληλα αντιβιοτικά έτσι ώστε να επιτευχθούν βέλτιστα αποτελέσματα των ασθενών πόσο μάλλον σε πιο σοβαρές εκδηλώσεις παραδείγματος χάριν η συστηματική σηψαιμία και οι λοιμώξεις τραυμάτων (Heng et al., 2017). Ανεξαρτήτως της οδού μόλυνσης, η λοίμωξη από *V. vulnificus* ανταποκρίνεται θετικά στα αντιβιοτικά. Όμως όσο μεγαλύτερο είναι το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από την μόλυνση έως την έναρξη της θεραπείας, τόσο υψηλότερο είναι το ποσοστό θνησιμότητας. Σύμφωνα με το CDC, τα αντιβιοτικά που προτιμούνται είναι: η δοξυκυκλίνη και η κεφταζιδίμη σε ενήλικες, ενώ σε παιδιά η συνιστώμενη θεραπεία είναι η κο-τριμοξαζόλη και μια αμινογλυκοσίδη ενώ η δοξυκυκλίνη και οι φθοριοκινολόνες αντενδείκνυνται (CDC, 2013).

#### 1.5.4 Πρόληψη

- Αποφυγή κατανάλωσης ωμών στρειδιών ή οστρακοειδών ιδίως εκείνων που συλλέγονται από ζεστό αλμυρό και υφάλμυρο νερό.
- Αποφυγή έκθεσης ανοιχτών πληγών υφάλμυρο νερό ή χρήση προστατευτικών γαντιών κατά τον χειρισμό ωμών (French et al., 1989).
- Έγκαιρη ψύξη των οστρακοειδών που έχουν συγκομισθεί και προσεκτική αποθήκευσή τους (Jones, 2014).

#### 1.5.5 Διάγνωση

Η μόλυνση διαγιγνώσκεται από την ανίχνευση του *V. vulnificus* στο τραύμα, το αίμα ή τα κόπρανα του νοσούντος (CDC, 2019).



## 1.6 *Vibrio parahaemolyticus*

### 1.6.1 Ορισμός

Το *V. parahaemolyticus* είναι ένας αλόφιλος Gram αρνητικός βάκιλλος που βρίσκεται σε φυσικά θερμά θαλάσσια περιβάλλοντα περιοχών εύκρατης ζώνης. Σε περιόδους χαμηλής θερμοκρασίας ή στέρησης θρεπτικών ουσιών εισέρχεται σε βιώσιμη αλλά μη καλλιεργήσιμη κατάσταση (Nguyen & Akhtar, 2018).

### 1.6.2 Επιδημιολογία

Η γαστρεντερίτιδα από *V. parahaemolyticus* αποτελεί την πιο κοινή αιτία ασθένειας η οποία μεταδίδεται από τα θαλασσινά παγκοσμίως και έχει ως αποτέλεσμα την πρόκληση τροφιμογενών επιδημιών στην Ιαπωνία, Ινδία, Κίνα, Ταϊβάν, Κορέα και στη Μαλαισία (Melia & Sears, 2020). Συχνότερα εμφανιζόμενο το *V. parahaemolyticus* εκτός από τα παράκτια θαλασσινά νερά της Ιαπωνίας φαίνεται να είναι και στις Η.Π.Α.. Στην Ιαπωνία περίπου το 70% των περιπτώσεων της βακτηριακή εντερίτιδας αποδίδονται σε αυτό (Nguyen & Akhtar, 2018). Συγκεκριμένα στην Ταϊβάν αποτελούσε την συνηθέστερη αιτία τροφικής λοίμωξης με ποσοστό 35% (Neill, 2020). Στις Η.Π.Α. υπάρχουν λιγότερα κρούσματα αλλά η συχνότητά τους από τα μέσα της δεκαετίας του '90 είναι ολοένα και αυξανόμενη εξαιτίας της μεγάλης κατανάλωσης ωμών ή ατελώς μαγειρεμένων οστρακοειδών αλλά και της έκθεσης στο θαλασσινό νερό (Nguyen & Akhtar, 2018). Στις λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες, έχει συμβάλει έως και στο 20% των οξείων διαρροϊκών ασθενειών (Mandell et al., 2020). Το 2014 βάση της ετήσιας συνοχής του CDC για τις ασθένειες που προκαλούνται από τα δονάκια έγινε αναφορά για 605 περιπτώσεις εκ των οποίων οι τέσσερις κατέληξαν σε θάνατο (Melia & Sears, 2020). Γενικότερα σαν νόσος αναφέρεται ως σπανίως θανατηφόρα (Santos et al., 2015).

### 1.6.3 Κλινικά χαρακτηριστικά και νόσος

#### Κλινικά χαρακτηριστικά

Μετά την κατάποση μολυσμένης τροφής τα συμπτώματα κάνουν την εμφάνισή τους από 8 έως 12 ώρες. Ωστόσο η περίοδος επώασης μπορεί να κυμαίνεται από 4 έως 48 ώρες. Η ασθένεια είναι σχεδόν πάντα αυτοπεριοριζόμενη και σπάνια διαρκεί περισσότερο από 1 με 2 ημέρες (Nguyen & Akhtar, 2018). Πιο συγκεκριμένα, το *V. parahaemolyticus* μπορεί να προκαλέσει:

- Εντερίτιδα (Φλεγμονή στο λεπτό έντερο) (60%-80%). Όπως υποδεικνύεται τόσο από κλινικές εκδηλώσεις όσο και από μελέτες σε ζώα, το *V. parahaemolyticus* έχει διαθέσει την ικανότητα να παράγει μια εντεροτοξίνη και να προκαλεί μια φλεγμονώδη αντίδραση στον βλεννογόνο του λεπτού εντέρου. Ωστόσο σπάνιες είναι οι περιπτώσεις στις οποίες παρατηρούνται μεγάλοι βαθμοί απώλειας εντερικού υγρού και η βλάβη των ιστών είναι σε γενικές γραμμές λιγότερο εκτεταμένη από αυτή που παρατηρείται σε άλλες περιπτώσεις (Mandell et al., 2020).
- Οξεία διαρροϊκή νόσο, ως κυρίαρχο σύμπτωμα, που συνοδεύεται από κοιλιακές κράμπες (88%), ναυτία (52%), εμετό (39%) και πυρετό (33%).
- Φαινόμενο Kanagawa (αιμόλυση ανθρώπινων ερυθρών αιμοσφαιρίων) που προκαλείται από την παραγωγή αιμολυσινών (THD) (Ramamurthy & Nair, 2014).
- Τροφιμογενή και μη νόσο με ποικιλία στην εκδήλωση της κλινικής εικόνας της νόσου (Melia & Sears, 2020).
- Σοβαρές λοιμώξεις τραυμάτων (34%) και σηψαιμία (5%) εμφανίζονται κυρίως σε άτομα με υποκείμενη Η.Π.Α.τική νόσο, αλκοολισμό ή σακχαρώδη διαβήτη (Nguyen & Akhtar, 2018).

### 1.7 Σκοπός της μελέτης

Σκοπός της μεταπτυχιακής διατριβής ήταν η σύνθεση (συνδυασμός, επεξεργασία δεδομένων, σύνοψη) δεδομένων ερευνητικών μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί στο παρελθόν σχετικά με την ανίχνευση τροφιμογενών και άλλων πιθανόν παθογόνων *Vibrio* στο υδάτινο περιβάλλον και στα οστρακοειδή ανά τον κόσμο έτσι ώστε να προκύψει ένα συνολικό συμπέρασμα.

## **2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ**

### **2.1 Συλλογή πληροφορίας**

Η συλλογή της πληροφορίας έγινε από τις βάσεις δεδομένων SCOPUS, PUBMED και google Scholar (40 επιστημονικά άρθρα δημοσιευμένα σε έγκριτα επιστημονικά περιοδικά του science direct index - research papers και reviews). Για την εύρεση των άρθρων, χρησιμοποιήθηκαν λέξεις κλειδιά όπως: bacteria, *Vibrio*, *V. vulnificus*, *V. cholerae*, *V. parahaemolyticus*, aquatic environment, shellfish, mussels, oysters, clams, meta-analysis. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αφορούν: το είδος του μικροοργανισμού, το ποσοστό εμφάνισης στα δείγματα (νερό από υδάτινα οικοσυστήματα, αλιευτικά προϊόντα), τη μέθοδο ανίχνευσης-προσδιορισμού, το είδος του οστράκου, τον τύπο του προϊόντος (νωπά, επεξεργασμένα), την προέλευση των δειγμάτων (χώρα, αγορά/εστίαση κτλ.), τις επικρατούσες συνθήκες στην περιοχή προέλευσης (πχ. θερμοκρασία), κ.α.

### **2.1 Στατιστική ανάλυση**

Η επεξεργασία των δεδομένων των ερευνητικών μελετών πραγματοποιήθηκε με τη χρήση των φύλλων excel.

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 3.1 Ανίχνευση παθογόνων βακτηρίων του γένους *Vibrio* στα υδάτινα οικοσυστήματα

Σύμφωνα με την πληροφορία που συλλέχθηκε από 40 ερευνητικά άρθρα, τα πιο κοινά παθογόνα του γένους *Vibrio* που ανιχνεύθηκαν στο υδάτινο περιβάλλον σε διάφορες περιοχές ανά τον κόσμο ήταν τα *V. parahaemolyticus*, *V. cholerae* και το *V. vulnificus*. Οι κύριες μέθοδοι ανίχνευσης των βακτηρίων αυτών ήταν η PCR (Polymerase Chain Reaction ή Αλυσιδωτή Αντίδραση Πολυμεράσης), η PFGE (Pulsed-field gel electrophoresis ή Ηλεκτροφόρηση γέλης Παλμικού πεδίου) και η MPN (most probable number ή μέθοδος του πλέον πιθανού αριθμού).

Όσον αφορά το *V. parahaemolyticus*, ανιχνεύθηκε κυρίως σε περιοχές των Η.Π.Α. και της Ασίας (Πίνακας 1). Συγκεκριμένα, στις Η.Π.Α., χρησιμοποιώντας τις μεθόδους MPN ή/και PCR, ανιχνεύθηκε σε ποσοστό 47% των δειγμάτων που ελήφθησαν από τις ακτές (αλμυρό νερό) του Μέριλαντ (Maryland Coastal Bays, MCBs), σε ποσοστό 83% σε δείγματα αλμυρού νερού στον Κόλπο Apalachicola της Φλόριντα, ενώ σε ποσοστό 55% σε δείγματα υφάλμυρου νερού του κόλπου Chesapeake που αποτελεί τη μεγαλύτερη εκβολή των Η.Π.Α. (Σχήμα 3.1). Επιπλέον, ανιχνεύθηκε (με PCR) σε υφάλμυρα νερά της Νότιας Αμερικής, συγκεκριμένα στη Βραζιλία, σε ποσοστό 59% των δειγμάτων (Σχήμα 3.1). Στην Ασία, βρέθηκε σε ποσοστό 77,5% (με PCR) σε δείγματα αλμυρού νερού στην Ταϊβάν τα οποία ελήφθησαν σε χρονικό διάστημα δύο ετών (2008-2010). Επίσης στην Ταϊβάν (περιοχές Penghu, Changhua, Tainan και Chiayi) ανιχνεύθηκε σε ποσοστό 2,8% (με PFGE και PCR) σε δείγματα αλμυρού νερού για την περίοδο Ιουλίου 2006 και Μαΐου 2007. Επιπλέον, βρέθηκε σε αλμυρά νερά στην Ινδία σε ποσοστό 6,9% (με PCR) καθώς και στην Κορέα σε ποσοστό 23,1% (Σχήμα 3.1) μετά από μηνιαία συλλογή από τον Ιανουάριο έως τον Δεκέμβριο του 2017 (Πίνακας 1).

Το *V. cholerae* ανιχνεύθηκε κυρίως σε περιοχές των Η.Π.Α., της Ινδίας, της Ιαπωνίας και της Κορέας (Πίνακας 1). Αναλυτικότερα, στις Η.Π.Α., ανιχνεύθηκε στο αλμυρό νερό σε ποσοστό 48% των δειγμάτων (Σχήμα 3.1) με τη χρήση των μεθόδων MPN και PCR. Επιπροσθέτως, ανιχνεύθηκαν τα *V. cholerae* O 141 και *V. cholerae* O75 σε γλυκά και αλμυρά νερά των Η.Π.Α. σε ποσοστό 50% (με PCR και την PFGE) και 19% των δειγμάτων (με PCR) αντίστοιχα (Σχήμα 3.1). Στην Ινδία, βρέθηκε (με PCR) σε ποσοστό 25% των δειγμάτων νερού που ελήφθησαν από Νοτιοδυτικά, στο

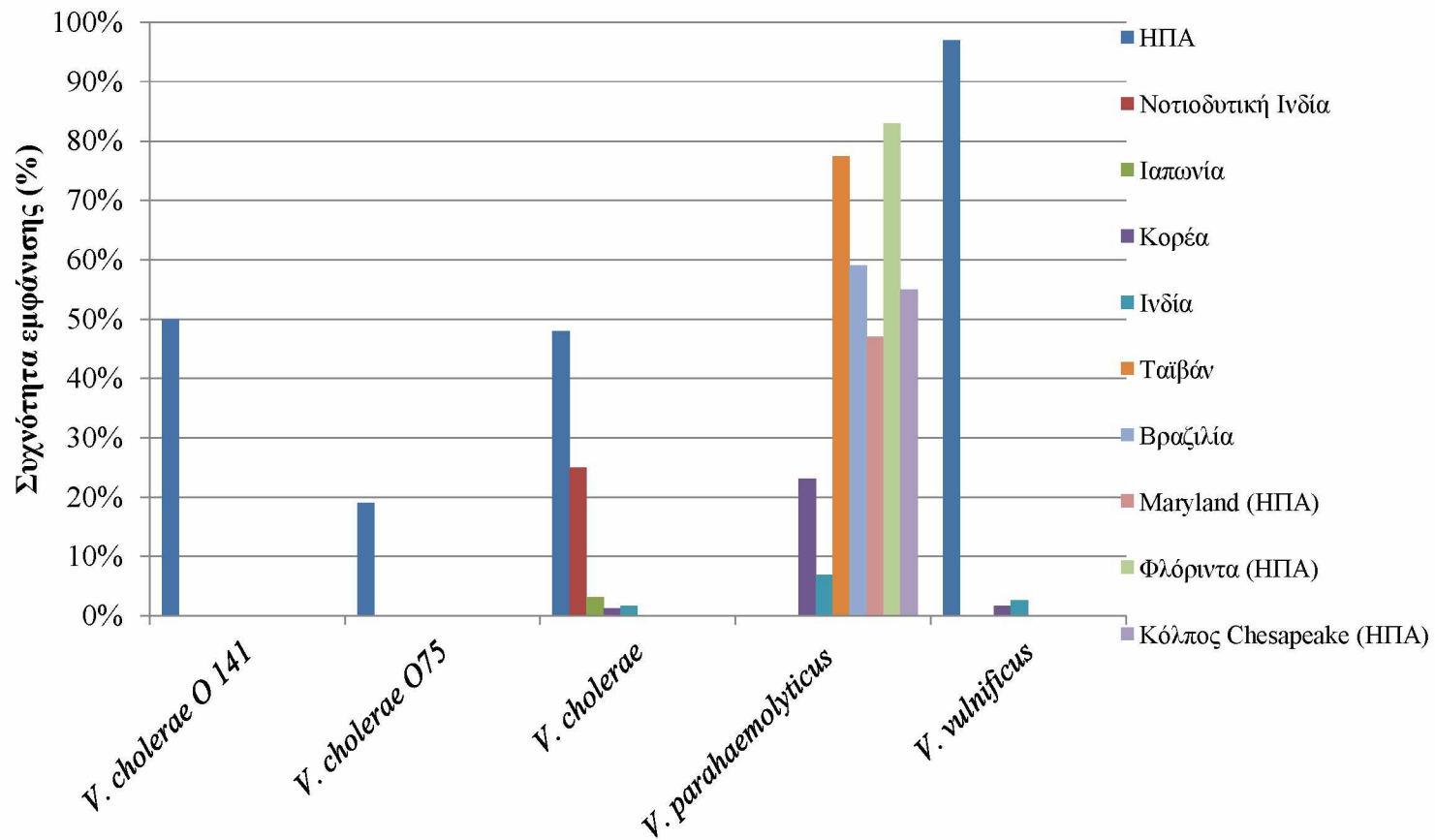
Mangalore και στις εκβολές των ποταμών Nethravathi και Sharavathi (Σχήμα 3.1). Τέλος, βρέθηκε σε αλμυρά νερά της Ιαπωνίας (με μεθόδους από την USFDA) και της Κορέας (με PCR) σε ποσοστό 3,1% και 1,2% των δειγμάτων αντίστοιχα (Σχήμα 3.1).

Επιπροσθέτως, σε αλμυρά νερά της Ινδίας, της Κορέας και των Η.Π.Α. βρέθηκε και το *V. vulnificus* (Πίνακας 1). Συγκεκριμένα, στην Ινδία βρέθηκε (με PCR) σε ποσοστό 2,6% των δειγμάτων (Σχήμα 3.1) που συλλέχθηκαν το χρονικό διάστημα μεταξύ Ιανουαρίου-Μαρτίου. Επιπλέον, ανιχνεύθηκε (με PCR) σε ποσοστό 1,7% σε δείγματα δίθυρων οστρακοειδών και θαλασσινού νερού στην Κορέα (Σχήμα 3.1), κατά μήκος της ακτής Gyeongnam το διάστημα Ιανουαρίου-Δεκεμβρίου 2017. Τέλος, στις Η.Π.Α. ανιχνεύθηκε (με MPN και PCR) σε ποσοστό 97% (Σχημα 3.1) δειγμάτων νερού από 17 τοποθεσίες στον Κόλπο Apalachicola για τη χρονική περίοδο 2012 έως 2014.

**Πίνακας 1.** Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων *Vibrio* σε υδάτινα οικοσυστήματα ανά τον κόσμο.

<b>Μικροοργανισμός</b>	<b>Εμφάνιση παθογόνου % (αριθμός θετικών/σύνολο δειγμάτων)</b>	<b>Τύπος Νερού</b>	<b>Μέθοδος ανίχνευσης</b>	<b>Χώρα</b>	<b>Αναφορά</b>
<i>V. cholerae</i> O 141	50% (7/14)	Γλυκό	PCR, PFGE	Η.Π.Α.	Crowe, 2016
<i>V. cholerae</i> O75	19% (5/26)	Γλυκό ή αλμυρό	PCR	Η.Π.Α.	Crowe, 2016
<i>V. cholerae</i>	25% (5/20)	Παράκτιο	PCR	Νοτιοδυτική Ινδία	Saravanan, 2007
<i>V. cholerae</i>	3,1%	Αλμυρό	Σύμφωνα με USFDA (1978)	Ιαπωνία	Reilly & Twiddy, 1992
<i>V. cholerae</i>	1,2%	Αλμυρό	PCR	Κορέα	Mok, 2019
<i>V. cholerae</i>	1,65%	Αλμυρό	PCR	Ινδία	Gopal, 2004
<i>V. cholerae</i>	48%	Αλμυρό	MPN, PCR	Η.Π.Α.	Fang 2012-

					2014
<i>V. parahaemolyticus</i>	77,5%	Αλμυρό	PCR	Ταϊβάν	Yu, 2012
<i>V. parahaemolyticus</i>	2,8% (1/35)	Αλμυρό	PFGE, PCR	Ταϊβάν	Chang, 2010
<i>V. parahaemolyticus</i>	59%	Υφάλμυρο	PCR	Βραζιλία	Silva, 2018
<i>V. parahaemolyticus</i>	47%	Αλμυρό	MPN, PCR	Η.Π.Α.	Rodgers, 2014
<i>V. parahaemolyticus</i>	6,9%	Αλμυρό	PCR	Ινδία	Gopal, 2004
<i>V. parahaemolyticus</i>	55%	Υφάλμυρο	MPN	Η.Π.Α.	Parveen, 2008
<i>V. parahaemolyticus</i>	83%	Αλμυρό	MPN, PCR	Η.Π.Α.	Fang 2012-2014
<i>V. parahaemolyticus</i>	23,1%	Αλμυρό	PCR	Κορέα	Mok, 2019
<i>V. vulnificus</i>	2,6%	Αλμυρό	PCR	Ινδία	Gopal, 2004
<i>V. vulnificus</i>	1,7%	Αλμυρό	PCR	Κορέα	Mok, 2019
<i>V. vulnificus</i>	97%	Αλμυρό	MPN, PCR	Η.Π.Α.	Fang 2012-2014



Σχήμα 3. 1. Παθογόνα βακτήρια του γένους *Vibrio* στα υδάτινα οικοσυστήματα



### 3.2 Ανίχνευση παθογόνων βακτηρίων του γένους *Vibrio* στα αλιευτικά προϊόντα

Τα πιο κοινά παθογόνα βακτήρια του γένους *Vibrio* που απομονώθηκαν από αλιευτικά προϊόντα ανά τον κόσμο ήταν τα ίδια με αυτά που βρέθηκαν και στα υδάτινα οισυστήματα, δηλαδή το *V. parahaemolyticus*, *V. cholerae* και το *V. vulnificus* (Πίνακας 2-5). Ωστόσο, σε μικρότερα ποσοστά, βρέθηκαν να απαντώνται κι άλλα είδη του γένους αυτού τα οποία έχουν συνδεθεί με την πρόκληση ασθενειών στον άνθρωπο, όπως το *V. alginolyticus* και *V. cincinnatiensis*.

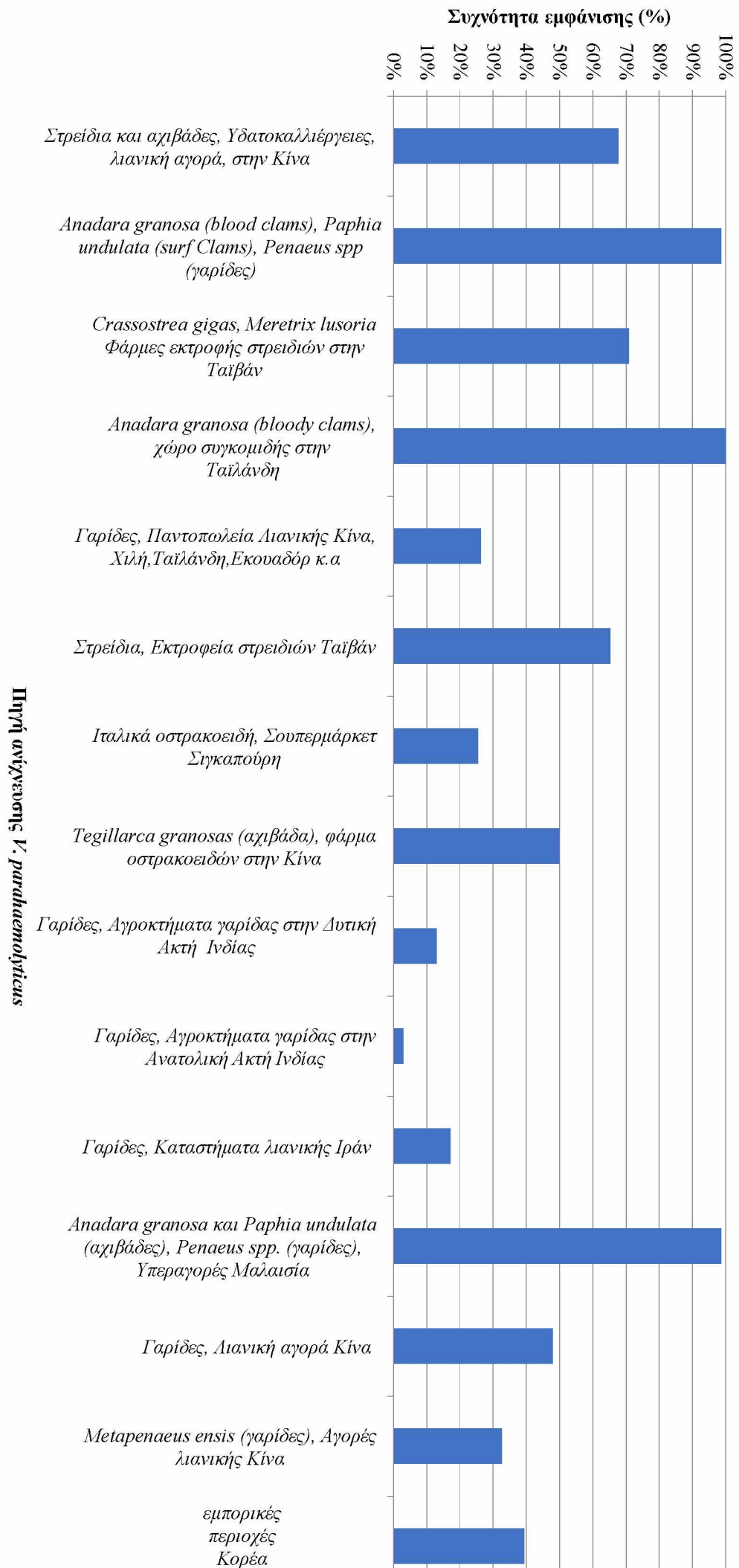
Παρακάτω παρουσιάζονται τα δεδομένα σχετικά με την ανίχνευση αυτών των μικροοργανισμών στα αλιευτικά προϊόντα ανά ήπειρο.

#### Ασία

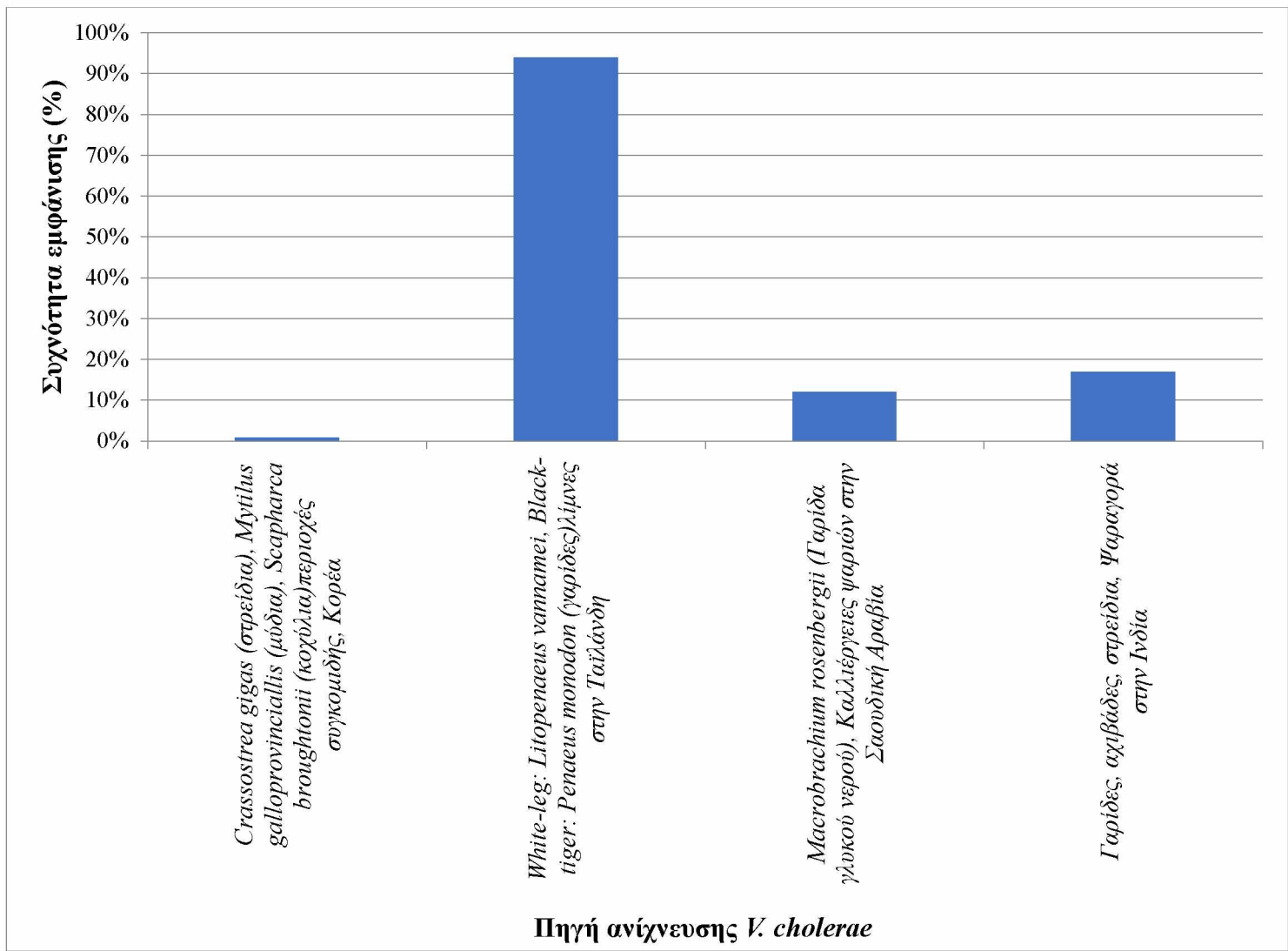
Το *V. parahaemolyticus* βρέθηκε να αποτελεί το πιο συχνά απαντώμενο είδος του γένους *Vibrio* στα αλιευτικά προϊόντα της Ασίας (Πίνακας 2). Συγκεκριμένα, βρέθηκε σε ποσοστό 67,7% (μέσω MPN και Real-Time PCR) σε δείγματα στρειδιών και αχιβάδων υδατοκαλλιέργειας καθώς και σε επεξεργασμένα προϊόντα από αγορές λιανικής πώλησης σε επαρχίες της Κίνας κατά τους θερινούς μήνες του έτους. Επίσης, βρέθηκε (μέσω MPN) σε υψηλά ποσοστά (περίπου 30-50%) σε γαρίδες που ελήφθησαν από αγορές λιανικής πώλησης στην Κίνα αλλά και στο 50% δειγμάτων εκτρεφόμενων αχιβάδων (*Tegillarca Granosas*) (Πίνακας 2). Ακόμη και τους πιο ψυχρούς μήνες (Φεβρουάριος-Απρίλιος 2002) ανιχνεύθηκε (με MPN, PCR) σε επεξεργασμένα μύδια (*Anadara granosa*) στην Ταϊλάνδη στο 100% των συλλεχθέντων δειγμάτων (Πίνακας 2). Επιπροσθέτως, το χρονικό διάστημα μεταξύ Ιουλίου 2006 και Μαΐου 2007 βρέθηκε περίπου στο 65% εκτρεφόμενων στρειδιών στην Ταϊβάν. Έπειτα, σε ακόμη μία διατή (2008-2010) μελέτη εκτρεφόμενων στρειδιών (*Crassostrea gigas*) και αχιβάδων (*Meretrix lusoria*) στην Ταϊβαν ανιχνεύθηκε σε ποσοστό 70.8% και 68.8% των δειγμάτων αντίστοιχα (Πίνακας 2). Επίσης, στην Μαλαισία (στις υπεραγορές του Selangor), το *V. parahaemolyticus* βρέθηκε στο 98,7% (PCR) δειγμάτων νωπών άγριων μυδιών (*Anadara granosa*, *Paphia undulata*) και γαρίδων (*Penaeus* spp) κατά το διάστημα Μαρτίου-Νοεμβρίου 2013 (Πίνακας 2). Σε άλλη έρευνα (Ιανουάριο-Δεκέμβριο, 2017) στην Κορέα (κατά μήκος της ακτής Gyeongnam) ανιχνεύθηκε (με MPN) στο 39% δειγμάτων στρειδιών (*Crassostrea gigas*), μυδιών (*Mytilus galloprovincialis*) και κοχυλιών (*Broughtonii*)

(Πίνακας 2). Ακόμη, ανιχνεύθηκε (PCR/MPN) σε νωπές γαρίδες παντοπωλείων (Χιλή, Μεξικό, Ινδονησία) αλλά και σε ιταλικά οστρακοειδή σε σούπερ μάρκετ (Σιγκαπούρη) σε ποσοστά 26,3% και 25,5% των δειγμάτων, αντίστοιχα. Όσον αφορά την Ινδία, βρέθηκε (με PCR) σε εκτρεφόμενες γαρίδες, τόσο στην Ανατολική όσο και στην Δυτική ακτή της σε ποσοστά 3% και 13% των δειγμάτων, αντίστοιχα. Τέλος, στο Ιράν (Μάρτιο- Ιούνιο, 2015) το 17,1% των δειγμάτων γαρίδων λιανικής πώλησης ήταν μολυσμένο (Πίνακας 2).

**Σχήμα 3. 2.** Συχνότητα εμφάνισης (%) του *V. parahaemolyticus* σε αλιευτικά προϊόντα στην Ασία.



Το δεύτερο πιο συχνά απαντώμενο είδος του γένους *Vibrio* στα αλιευτικά προϊόντα της Ασίας βρέθηκε να είναι το *V. cholerae* (Πίνακας 2). Συγκεκριμένα, βρέθηκε σε ποσοστό 94% (με MPN και PCR) δειγμάτων εκτρεφόμενων γαρίδων από λίμνες στο Bangkok και επαρχίες της Ταϊλάνδης (Chachengsao, Pathumthani, Rachaburi, Samut) (Πίνακας 2). Επιπροσθέτως, ανιχνεύθηκε σε ποσοστό 17% (με PCR) σε δείγματα γαρίδων, αχιβάδων και στρειδιών από ψαραγορές και εκβολές των ποταμών στην Ινδία (Σχήμα 3.3). Επιπλέον, βρέθηκε σε ποσοστό μεγαλύτερο του 10% σε δείγματα γαρίδων από καλλιέργεια (*Macrobrachium rosenbergii*) στη Σαουδική Αραβία (Al-Qassim) (Σχήμα 3.3). Τέλος, βρέθηκε σε ποσοστό 0,8% σε στρείδια (*Crassostrea gigas*), μύδια (*Mytilus galloprovincialis*) και κοχύλια (*Scapharca Broughtonii*) τα οποία συλλέχθηκαν από τον Ιανουάριο έως τον Δεκέμβριο του 2017 από εμπορικές περιοχές της Κορέας (Πίνακας 2).



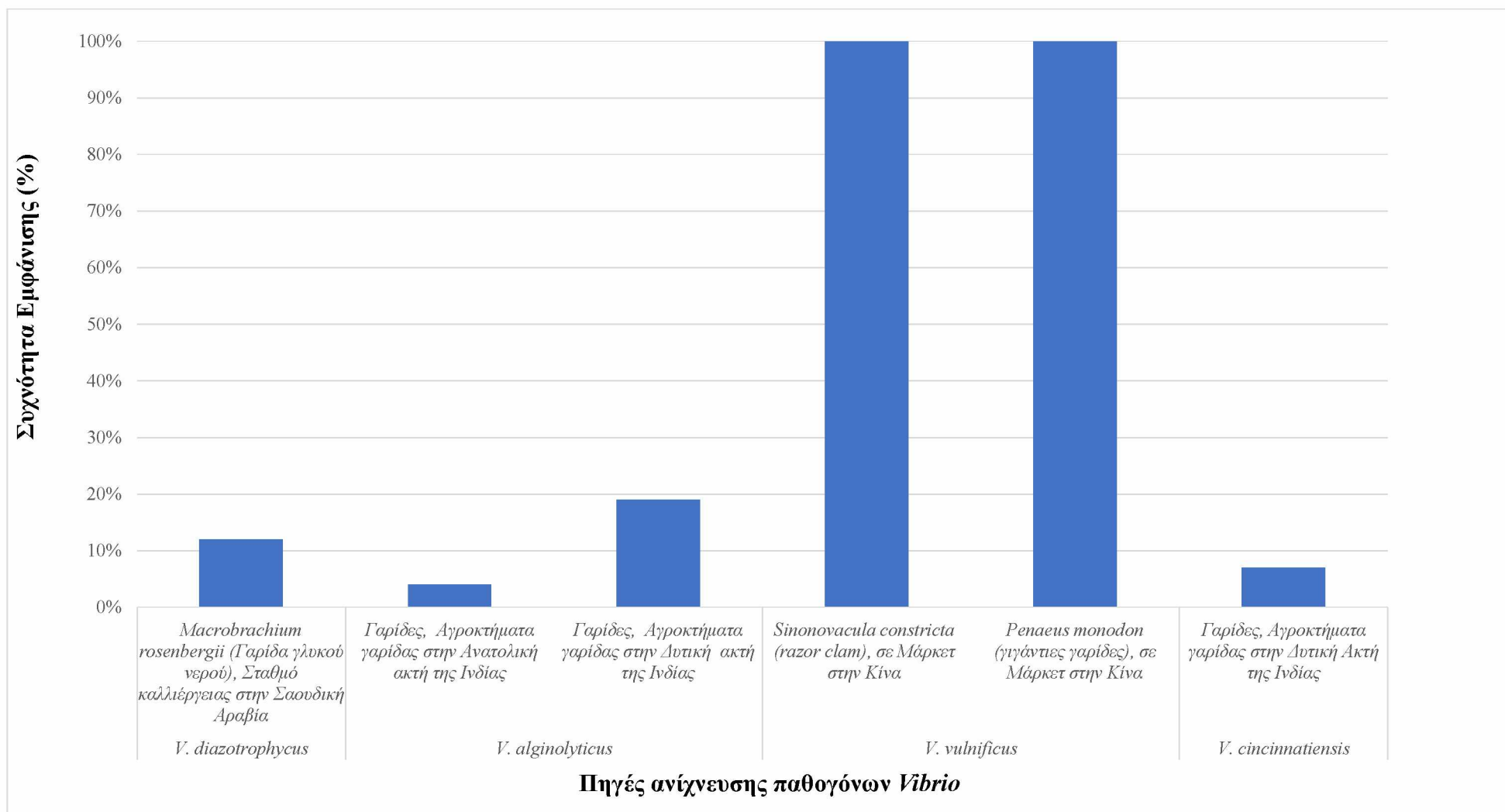
**Σχήμα 3. 3.** Συχνότητα εμφάνισης *V. cholerae* σε αλιεύματα στην Ασία.

Επιπλέον, ανιχνεύθηκε (με PCR) το *V. vulnificus* σε όλα τα δείγματα (100%) νωπών μυδιών (*Sinonovacula constricta*) και γιγάντιων γαρίδων (*Penaeus monodon*) που ελήφθησαν από μάρκετ στην Κίνα (Dalian, Qingdao, Shanghai, Guangzhou) (Σχήμα 3.4).

Ακόμη, σε μικρότερα ποσοστά ανιχνεύθηκε το *V. alginolyticus*. Πιο συγκεκριμένα βρέθηκε (με PCR) σε ποσοστό 4% σε δείγματα εκτρεφόμενων γαρίδων στην Ανατολική ακτή της Ινδίας (Gudur, Nellur, Bhimavaram) (Πίνακας 2). Όσον αφορά εκτρεφόμενες γαρίδες της Δυτικής Ακτής της Ινδίας (Kundapur, Kumta, Karwar and Goa) ανευρέθηκε σε ποσοστό 19% την ίδια χρονική περίοδο (Πίνακας 2). Επίσης, ανιχνεύθηκε σε ποσοστό μεγαλύτερο του 10% σε σταθμό καλλιέργειας

γαρίδων (*Macrobrachium rosenbergii*) στην Σαουδική Αραβία (Al-Qassim) (Σχήμα 3.4).

Τέλος, στο χαμηλότερο ποσοστό ανίχνευσης από τα προαναφερθέντα, βρέθηκαν το *V. diazotrophycus* και το *V. cincinnatiensis*. Συγκεκριμένα το *V. diazotrophycus* ανιχνεύθηκε σε ποσοστό μεγαλύτερο του 10% σε δείγματα γαρίδων γλυκού νερού (*Macrobrachium rosenbergii*) από σταθμό καλλιέργειας στη Σαουδική Αραβία και το *V. cincinnatiensis* σε ποσοστό 7% (Πιν. 2).



**Σχήμα 3. 4.** Συχνότητα εμφάνισης (%) *V. diazotrophicus*, *V. alginolyticus*, *V. vulnificus* και *V. cincinnatiensis* σε αλιεύματα στην Ασία.

Πίνακας 2. Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων *Vibrio* στα οστρακοειδή στην Ασία.

Μικροοργανισμός	Εμφάνιση παθογόνου % (αριθμός θετικών/ σύνολο δειγμάτων)	Μέθοδος ανίχνευσης	Είδος οστράκου	Τύπος οστράκου	Προέλευση	Βιβλιογραφική αναφορά
<i>V. vulnificus</i>	100% (4/4)	PCR	<i>Sinonovacula constricta</i> (razor clam)	Νωπά, εκτρεφόμενα	Κίνα Μάρκετ: Dalian, Qingdao, Shanghai, Guangzhou	Yano et al., 2004
<i>V. vulnificus</i>	100% (7/7)	PCR	<i>Penaeus monodon</i> (γιγάντιες γαρίδες)	Νωπά, εκτρεφόμενα	Κίνα Μάρκετ: Dalian, Qingdao, Shanghai, Guangzhou	Yano et al., 2004
<i>V. parahaemolyticus</i>	67,7% (336/496)	MPN, RT-PCR	Στρείδια και αχιβάδες	Επεξεργασμένα, εκτρεφόμενα	Κίνα υδατ/ργειες	Han et al., 2015



					λιανική αγορά, κείμεριγκ στις επαρχίες: Liaoning, Guangxi, Sichuan, and Shandong	
<i>V. parahaemolyticus</i>	98,7% (229/232)	Multiplex PCR	<i>Anadara granosa</i> (blood clams), <i>Paphia undulata</i> (surf Clams), <i>Penaeus</i> spp (γαρίδες)	Νωπά, άγρια	Μαλαισία αγορές και υπεραγορές που βρίσκονται στο Selangor	Malcolm et al., 2014
<i>V. parahaemolyticus</i>	70.8% (στρείδια)	Μέθοδος δήθησης,	<i>Crassostrea gigas</i> ,	Νωπά, εκτρεφόμενα	Νοτιοδυτική ακτή της Ταϊβάν	Yu et al., 2012

	68.8% (αχιβάδες)	PCR	<i>Meretrix lusoria</i>		Φάρμες εκτροφής στρειδιών στις περιοχές Shengang, Cigu, Dongshih, Fangyuan, Beime n	
<i>V. parahaemolyticus</i>	100% (32/32)	Most probable number (MPN), Direct PCR, Colony isolation- PCR	<i>Anadara granosa</i> (bloody clams)	Επεξεργασμένα, εκτρεφόμενα	Ταϊλάνδη χώρο συγκομιδής στο Pattani	Yamamoto et al., 2008
<i>V. parahaemolyticus</i>	26,3% (45/171)	PCR	Γαρίδες	Νωπά, εκτρεφόμενα	Κίνα, Χιλή, Ταϊλάνδη,	Wang et al., 2011

					Καναδάς και Εκουαδόρ, Ινδονησία, Μεξικό, Μπανγκλαντές Ονδούρα, Ινδία, Νορβηγία, Βιετνάμ Παντοπωλεία Λιανικής στο Baton Rouge, LA	
<i>V. parahaemolyticus</i>	65,3% (94/144)	PCR	Στρείδια	Νωπά, εκτρεφόμενα	Ταϊβάν Εκτροφεία στρειδιών στις περιοχές: Penghu, Changhua, Tainan, and	Chang et al., 2010

					Chiayi	
<i>V. parahaemolyticus</i>	25,5 % (116)	MPN	Ιταλικά οστρακοειδή	Επεξεργασμένα, άγρια	Σιγκαπούρη Σουπερμάρκετ	Huang et al., 2012
<i>V. parahaemolyticus</i>	50%	MPN	<i>Tegillarca granosas</i> (αχιβάδα)	Επεξεργασμένα, εκτρεφόμενα	Κίνα μια φάρμα οστρακοειδών στην επαρχία Zhejiang	Liu et al., 2009
<i>V. parahaemolyticus</i>	13%	PCR	Γαρίδες	Νωπά, εκτρεφόμενα	Ινδία Αγροκτήματα γαρίδας στην Δυτική Ακτή: Kundapur, Kumta, Karwar and Goa	Gopal et al., 2004
<i>V. parahaemolyticus</i>	3%	PCR	Γαρίδες	Νωπά, εκτρεφόμενα	Ινδία Αγροκτήματα γαρίδας στην	Gopal et al., 2004

					Ανατολική ακτή: Gudur, Nellur, Bhimavaram	
<i>V. parahaemolyticus</i>	17,1% (12/70)	PCR	Γαρίδες	Νωπά, άγρια	Ιράν Καταστήματα λιανικής: Zanjan	Asgarpoor et al., 2018
<i>V. parahaemolyticus</i>	98,7% (229/232)	multiplex PCR and LAMP	<i>Anadara granosa</i> και <i>Paphia undulata</i> (αχιβάδες), <i>Penaeus</i> spp. (γαρίδες)	Επεξεργασμένα	Μαλαισία Υπεραγορές και wet markets στο Selangor	Malcolm et al., 2014
<i>V. parahaemolyticus</i>	47.86% (67/140)	PCR	Γαρίδες	Επεξεργασμένα, άγρια	Κίνα λιανική αγορά Guangdong	Xie et al., 2016

<i>V. parahaemolyticus</i>	32,62%	PCR	<i>Metapenaeus ensis</i> (γαρίδες)	Επεξεργασμένα, άγρια	Κίνα Αγορές λιανικής (Nanjing, Hangzhou, Guiyang, Changsha, and Macau)	Lei et al., 2019
<i>V. parahaemolyticus</i>	39,4% (50/127)	MPN	<i>Crassostrea gigas</i> (στρείδια), <i>Mytilus galloprovinci allis</i> (μύδια), <i>Scapharca broughtonii</i> (κοχύλια)	Νωπά, εκτρεφόμενα	Κορέα εμπορικές περιοχές συγκομιδής οστρακοειδών κατά μήκος της ακτήs Gyeongnam	Mok et al., 2019
<i>V. cholerae</i>	0,8%	MPN	<i>Crassostrea</i>	Νωπά,	Κορέα	Mok et al., 2019

	(1/127)		<i>gigas</i> (στρείδια), <i>Mytilus galloprovinci allis</i> (μύδια), <i>Scapharca broughtonii</i> (κοχύλια)	εκτρεφόμενα	εμπορικές περιοχές συγκομιδής οστρακοειδών κατά μήκος της ακτής Gyeongnam	
<i>V. cholerae</i>	94% (15/16)	MPN- PCR	White-leg: <i>Litopenaeus vannamei</i> , black-tiger: <i>Penaeus monodon</i> (γαρίδες)	Νωπά, εκτρεφόμενα	Ταϊλάνδη Από 14 λίμνες στο Bangkok και σε 5 επαρχίες: Chachengsao, Pathumthani, Rachaburi, and Samut	Yano et al., 2013
<i>V. cholerae</i>	>10%	API 20E, Biolog	<i>Macrobrachi um</i>	Νωπά, εκτρεφόμενα	Σαουδική Αραβία σταθμό	Al-Harbi, 2008

			<i>rosenbergii</i> (Γαρίδα γλυκού νερού)		καλλιέργειας ψαριών στην περιοχή Al- Qassim	
<i>V. cholerae</i>	17%	PCR	Γαρίδες, αχιβάδες, στρείδια	Επεξεργασμένα, εκτρεφόμενα	Ινδία Ψαραγορά στην Mangalore, εκβολές ποταμών Mulki and Sasthan	Saravanan et al., 2007
<i>V. cincinnatiensis</i>	7%	PCR	Γαρίδες	Νωπά, εκτρεφόμενα	Ινδία Αγροκτήματα γαρίδας στην Δυτική Ακτή: Kundapur, Kumta, Karwar and Goa	Gopal et al., 2004
<i>V. diazotrophycus</i>	>10%	API 20E, Biolog	<i>Macrobrachi- um rosenbergii</i>	Νωπά, εκτρεφόμενα	Σαουδική Αραβία σταθμό καλλιέργειας	Al-Harbi, 2008



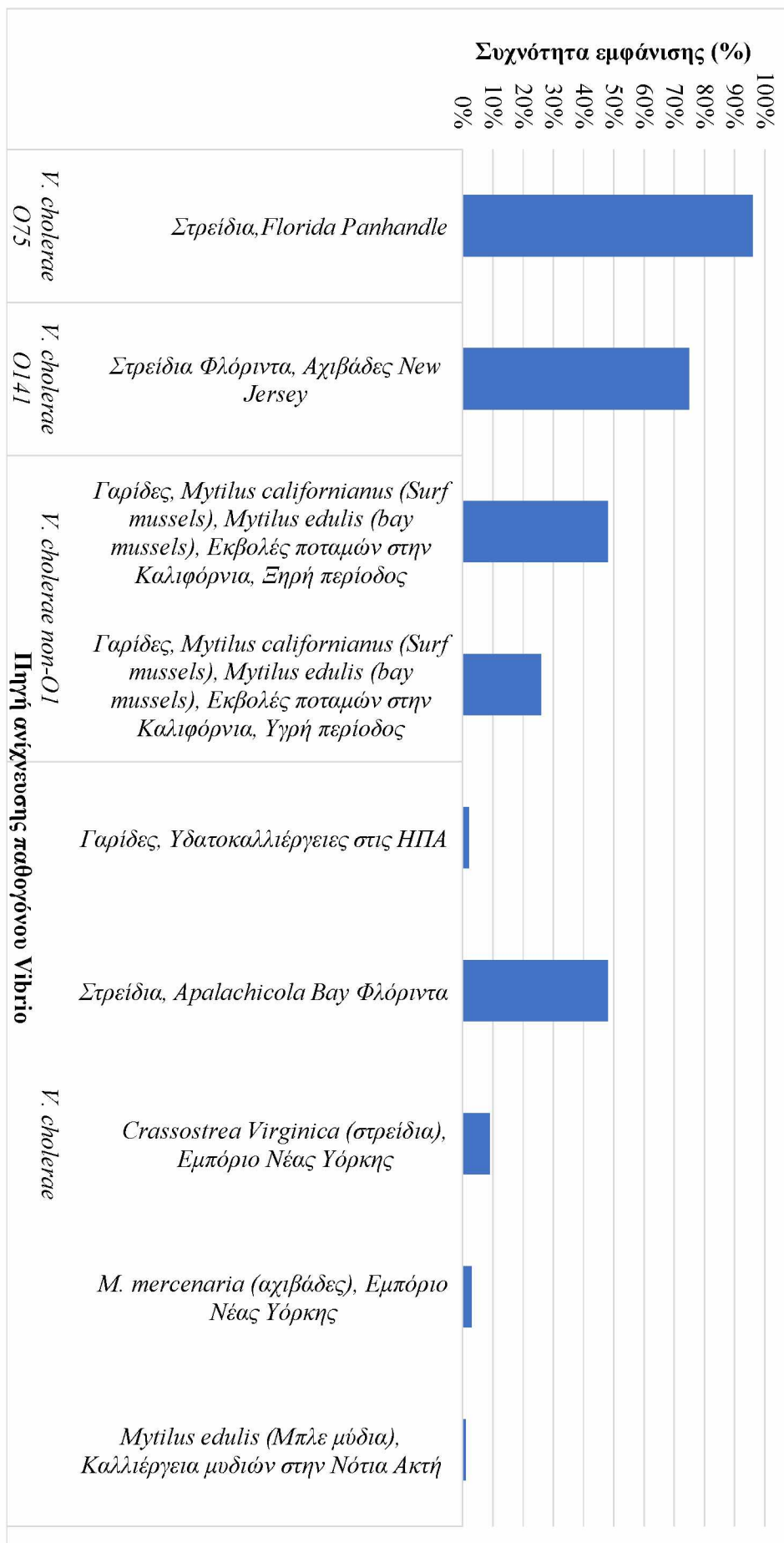
			(Γαρίδα γλυκού νερού)		ψαριών στην περιοχή Al- Qassim	
<i>V. alginolyticus</i>	4%	PCR	Γαρίδες	Νωπά, εκτρεφόμενα	Ινδία Αγροκτήματα γαρίδας στην Ανατολική ακτή: Gudur, Nellur, Bhimavaram	Gopal et al., 2004
<i>V. alginolyticus</i>	>10%	API 20E, Biolog	<i>Macrobrachi- um rosenbergii</i> (Γαρίδα γλυκού νερού)	Νωπά, εκτρεφόμενα	Σαουδική Αραβία σταθμό καλλιέργειας ψαριών στην περιοχή Al- Qassim	Al-Harbi, 2008

<i>V. alginolyticus</i>	19%	PCR	Γαρίδες	Νωπά, εκτρεφόμενα	Ινδία Αγροκτήματα γαρίδας στην Δυτική Ακτή: Kundapur, Kumta, Karwar and Goa	Gopal et al., 2004
-------------------------	-----	-----	---------	----------------------	---	--------------------

## Αμερική

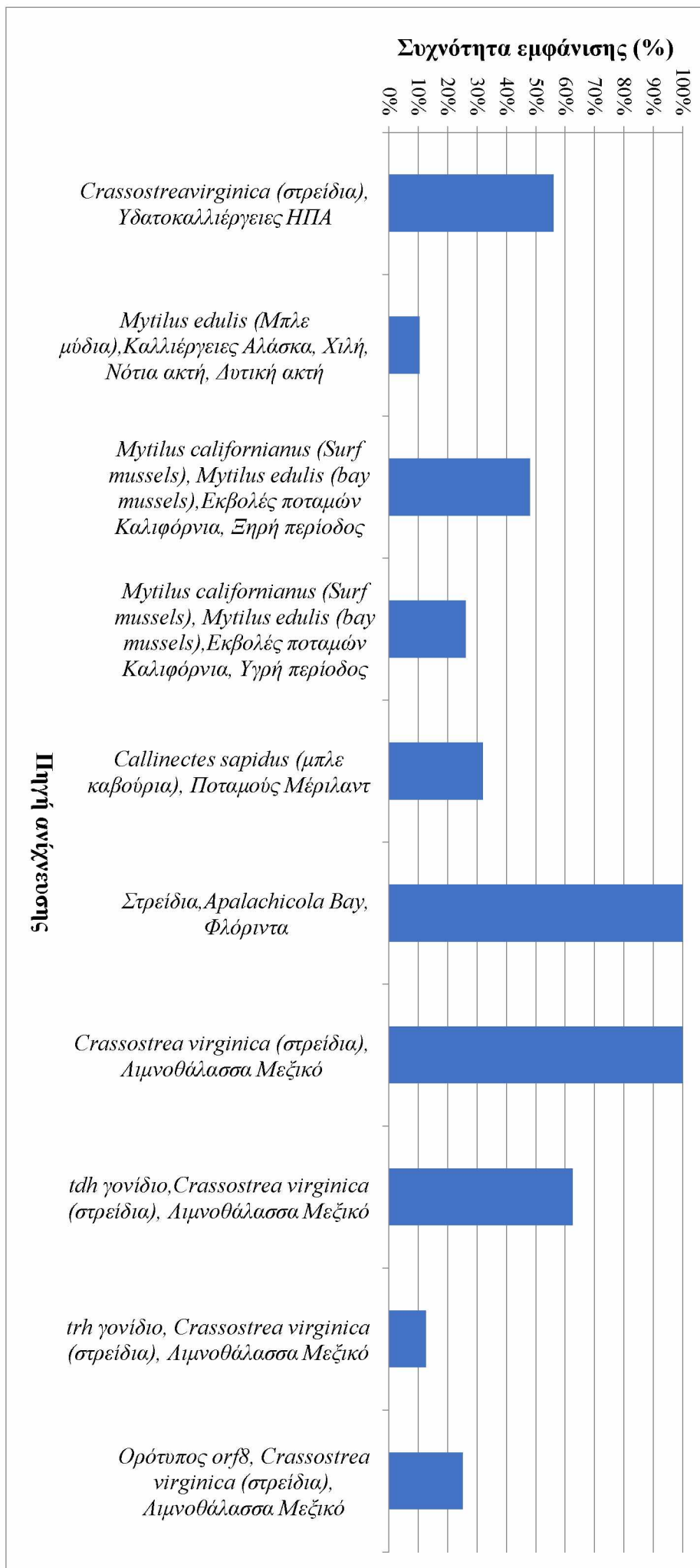
Στην Αμερική, όπως και στην Ασία, ανιχνεύθηκαν κυρίως το *V. cholerae* και το *V. parahaemolyticus*. Πιο συγκεκριμένα το *V. cholerae* ανιχνεύθηκε (με τυπικές μεθόδους του USFDA) σε ποσοστό 1,5% σε δείγματα γαρίδων υδατοκαλλιέργειας στις Η.Π.Α. σε μελέτη που διήρκησε από τον Φεβρουάριο του 1988 έως τον Ιανουάριο του 1990 (Πίνακας 3). Επιπροσθέτως, ανιχνεύθηκε (με PCR) σε ποσοστό 1% σε δείγματα εκτρεφόμενων μυδιών (*Mytilus edulis*) στην Νότια ακτή (Πίνακας 3). Ακόμη βρέθηκε (με PCR) σε ποσοστό 8,8% και 3,3% σε δείγματα στρειδιών (*Crassostrea Virginica*) και αχιβάδων (*M. mercenaria*) στη Νέα Υόρκη, αντίστοιχα (Πιν. 3). Επίσης, ανευρέθηκε (με MPN και PCR) σε ποσοστό 48% σε νωπά άγρια στρείδια στην Φλόριντα (Apalachicola Bay) (Σχήμα 3.5). Επιπλέον, ανιχνεύθηκαν και τα εξής στελέχη του δονακίου της χολέρας: non-O1, O75 και O141. Συγκεκριμένα το στέλεχος *V. cholerae* non-O1 βρέθηκε σε ποσοστό 48% (την ξηρή περίοδο: Ιούνιος-Νοέμβριος) και 26% (την υγρή περίοδο: Δεκέμβριος-Μάιος) σε νωπά άγρια μύδια (*Mytilus californianus*, *Mytilus edulis*) τα οποία συλλέχθηκαν από εκβολές ποταμών της Καλιφόρνιας (Moss Landing και Morro Bay) (Πιν. 3). Το *V. cholerae* O75 ανιχνεύθηκε σε ποσοστό 96% σε νωπά άγρια στρείδια στις Ανατολικές Ηνωμένες Πολιτείες. Τέλος, το O141 βρέθηκε (με PCR) στο 75% των δειγμάτων στρειδιών και αχιβάδων στο New Jersey (Σχήμα 3.5).

Σχήμα 3. 5. Συχνότητα εμφάνισης *V. cholerae* σε αλιεύματα στην Αμερική.



Όσον αφορά το *V. parahaemolyticus* ανιχνεύθηκε (με PCR) σε ποσοστό 10,3% σε δείγματα μυδιών (*Mytilus edulis*) στην Αλάσκα, την Χιλή, την Νότια και Δυτική Ακτή με επικρατέστερη θερμοκρασία περιβάλλοντος τους 16°C (Σχήμα 3.6). Επίσης, βρέθηκε σε ποσοστό 48% (κατά την ξηρή περίοδο: Ιούνιος-Νοέμβριος) και 26% (κατά την υγρή περίοδο: Δεκέμβριος-Μάιος) σε νωπά μύδια (*Mytilus californianus*, *Mytilus edulis*) στην Καλιφόρνια (Πίνακας 3). Επιπροσθέτως, ανευρέθηκε (με PCR και MPN) σε ποσοστό 56% σε δείγματα εκτρεφόμενων στρειδιών (*Crassostrea virginica*) αλλά και σε ποσοστό 100% σε δείγματα νωπών άγριων στρειδιών στον Κόλπο Chesapeake (Πίνακας 3). Επίσης ανιχνεύθηκε σε ποσοστό μεγαλύτερο από 30% σε δείγματα μπλε καβουριών (*Callinectes sapidus*) στο Μέριλαντ των Η.Π.Α. (Πίνακας 3). Ακόμη, στα ίδια ποσοστά βρέθηκε (με MPN και PCR) το στέλεχος *V. parahaemolyticus* t1h σε νωπά εκτρεφόμενα στρείδια (*Crassostrea virginica*) του Μεξικού (στη λιμνοθάλασσα Mandinga Grande) σε χρονικό διάστημα 12 μηνών (Ιανουάριος-Δεκέμβριος 2012) (Πίνακας 3). Ομοίως, για το ίδιο είδος στρειδιών, το *V. parahaemolyticus* tdh, το *V. parahaemolyticus* trh και το *V. parahaemolyticus* of8 ανιχνεύθηκαν σε ποσοστά 62,5%, 12,5% και 25% των δειγμάτων, αντίστοιχα (Πίνακας 3).

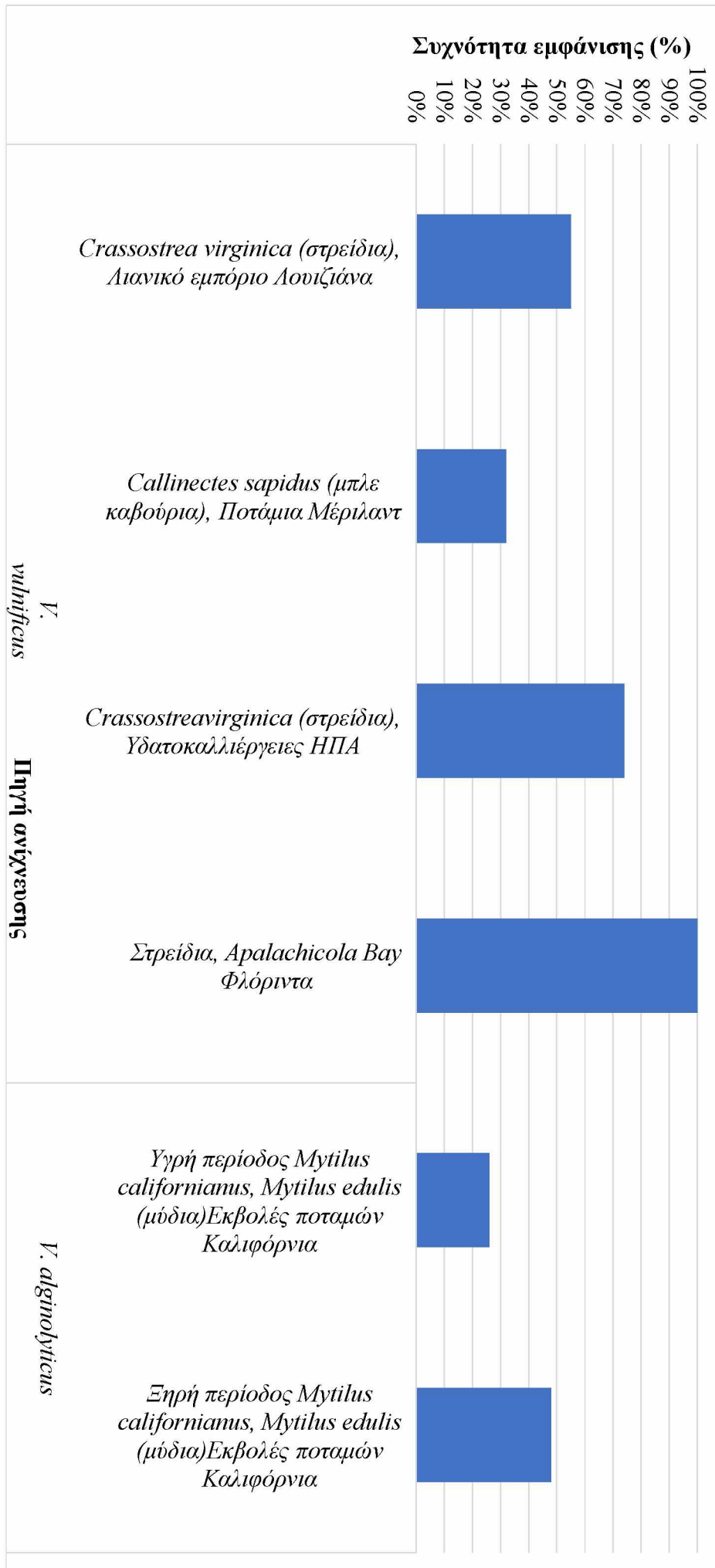
Σχήμα 3. 6. Συχνότητα εμφάνισης *V. parahaemolyticus* σε αλιεύματα στην Αμερική.



Όσον αφορά το *V.vulnificus*, βρέθηκε στο 55% των δειγμάτων επεξεργασμένων στρειδιών (*Crassostrea virginica*) του λιανικού εμπορίου της Λουιζιάνα (Σχήμα 3.7). Επίσης, ανιχνεύθηκε (με PCR και MPN) σε ποσοστό 74% των δειγμάτων του ίδιου είδους στρειδιών σε υδατοκαλλιέργειες στον Κόλπο Chesapeake πριν το ξέσπασμα του τυφώνα (Πίνακας 3). Επιπροσθέτως, βρέθηκε σε ποσοστό μεγαλύτερο από το 30% δειγμάτων άγριων μπλε καβουριών (*C. sapidus*) στο Μέριλαντ (Chincoteague Bay, Newport Bay) (Σχήμα 3.7). Ακόμη, βρέθηκε στο 100% των δειγμάτων νωπών άγριων στρειδιών στη Φλόριντα (Apalachicola Bay) σε διάστημα δύο ετών (2012-2014) (Πίνακας 3).

Τέλος, βρέθηκε το *V. alginolyticus*, σε ποσοστό 48% (την ξηρή περίοδο: Ιούνιος-Νοέμβριος) και 26% (την υγρή περίοδο: Δεκέμβριος-Μάιος) των δειγμάτων νωπών άγριων μυδιών (*M. californianus*, *M. edulis*) στις εκβολές ποταμών στην Καλιφόρνια (Moss Landing και Morro Bay) (Πίνακας 3).

Σχήμα 3. 7. Συχνότητα εμφάνισης *V. vihihificus* και *V. alginohycticus* σε αλιεύματα στην Αμερική.





**Πίνακας 3.** Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων *Vibrio* στα οστρακοειδή στην Αμερική.

Μικροοργανισμός	Εμφάνιση παθογόνου(%) (αριθμός θετικών/ σύνολο δειγμάτων)	Μέθοδος ανίχνευσης	Είδος οστράκου	Τύπος οστράκου	Προέλευση	Βιβλιογραφική αναφορά
<i>V. cholerae</i> O75	96% (27 από τις 28 περιπτώσεις)	PCR	Στρείδια	Νωπά, άγρια	Ανατολικές Η.Π.Α.: Florida Panhandle	Crowe et al., 2016
<i>V. cholerae</i> O141	75% (12 από τις 16)	PCR	Στρείδια, αχιβάδες	Νωπά, άγρια	Ανατολικές Η.Π.Α.: Φλόριντα (στρείδια), New Jersey (αχιβάδες)	Crowe et al., 2016
<i>V. cholerae</i> non-O1	48% (ξηρή περίοδος), 26% (υγρή περίοδο)	Μέθοδοι καλλιέργειας	<i>Mytilus californianus</i> (Surf mussels),	Νωπά, άγρια	Καλιφόρνια Εκβολές ποταμών: Moss	Miller et al., 2006

			<i>Mytilus edulis</i> (bay mussels)		Landing και Morro Bay	
<i>V. cholerae</i>	1,5% (από τα 304)	Τυπικές μέθοδοι από την USFDA	Γαρίδες	Επεξεργασμένα, εκτρεφόμενα	Η.Π.Α. Υδατ/ργειες	Reilly & Twiddy, 1992
<i>V. cholerae</i>	48%	MPN-PCR	Στρείδια	Νωπά, άγρια	Φλόριντα: Apalachicola Bay	Fang et al., 2018
<i>V. cholerae</i>	8,8% στα στρείδια (6 από τα 68 δείγματα) 3,3% στις αχιβάδες (1 από τα 30 δείγματα)	RT-PCR	<i>Crassostrea</i> <i>Virginica</i> (στρείδια), <i>M.</i> <i>mercenaria</i> (αχιβάδες)	Νωπά, εκτρεφόμενα	Νέα Υόρκη: Oyster Bay Harbor και Cold Spring Harbor	Jones et al., 2014
<i>V. cholerae</i>	1% (9από τα δείγματα)	PCR	<i>Mytilus edulis</i> (Μπλε μύδια)	Νωπά, εκτρεφόμενα	Νότια ακτή Καλλιέργειες μυδιών	Bauer et al., 2006
<i>V. parahaemolyticu</i>	56%	RT-PCR, MPN	<i>Crassostrea</i> <i>virginica</i>	Νωπά, εκτρεφόμενα	Η.Π.Α.: Chesapeake	Shaw et al., 2014

<i>s</i>			(στρείδια)		Bay	
<i>V. parahaemolyticus</i>	10,3% (σε 91 από τα 815 δείγματα)	Μέθοδος υβριδισμού αποικιών, PCR	<i>Mytilus edulis</i> (Μπλε μύδια)	Νωπά, εκτρεφόμενα	Αλάσκα, Χιλή, Νότια ακτή (69/89) Δυτική ακτή (21/352)	Bauer et al., 2006
<i>V. Parahaemolyticus</i>	48% (ξηρή περίοδος), 26% (υγρή περίοδο)	Μέθοδοι καλλιέργειας	<i>Mytilus californianus</i> (Surf mussels), <i>Mytilus edulis</i> (bay mussels)	Νωπά, άγρια	Καλιφόρνια Εκβολές ποταμών: Moss Landing και Morro Bay	Miller et al., 2006
<i>V. parahaemolyticus</i>	>30%	MPN, PCR	<i>Callinectes sapidus</i> (μπλε καβούρια)	Νωπά, άγρια	Μέριλαντ (Η.Π.Α.): Chincoteague Bay, Newport Bay, Sinepuxent Bay, St. Martin's	Rodgers et al., 2014

					river	
<i>V. parahaemolyticus</i>	100%	MPN-PCR	Στρείδια	Νωπά, άγρια	Φλόριντα: Apalachicola Bay	Fang et al., 2018
<i>V. parahaemolyticus tih</i>	100%	MPN-PCR	<i>Crassostrea virginica</i> (στρείδια)	Νωπά, εκτρεφόμενα	Μεξικό Λιμνοθάλασσα Mandinga Grande	Lopez- Hernandez et al., 2014
<i>V. parahaemolyticus tdh</i>	62.5%	MPN-PCR	<i>Crassostrea virginica</i> (στρείδια)	Νωπά, εκτρεφόμενα	Μεξικό Λιμνοθάλασσα Mandinga Grande	Lopez- Hernandez et al., 2014
<i>V. parahaemolyticus trh</i>	12.5%	MPN-PCR	<i>Crassostrea virginica</i> (στρείδια)	Νωπά, εκτρεφόμενα	Μεξικό Λιμνοθάλασσα Mandinga Grande	Lopez- Hernandez et al., 2014
<i>V. parahaemolyticus</i>	25%	MPN-PCR	<i>Crassostrea virginica</i>	Νωπά, εκτρεφόμενα	Μεξικό Λιμνοθάλασσα	Lopez- Hernandez et

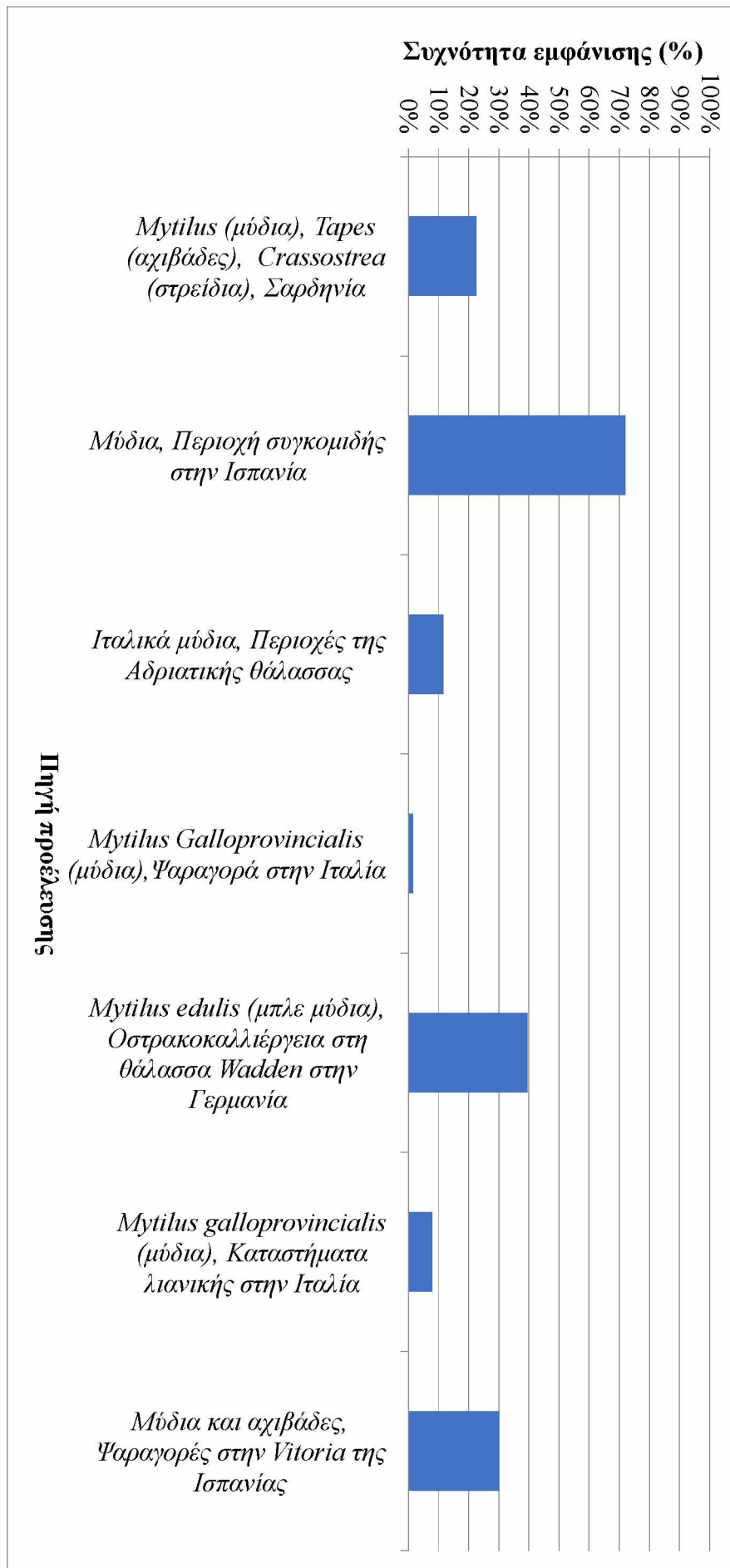
<i>orf8</i>			(στρείδια)		Mandinga Grande	al., 2014
<i>V. vulnificus</i>	55% των αποικιών	BOX-PCR	<i>Crassostrea virginica</i> (στρείδια)	Επεξεργασμένα, εκτρεφόμενα	Η.Π.Α. Λιανικό εμπόριο της Λουιζιάνα	Staley et al., 2011
<i>V. vulnificus</i>	>30%	MPN, PCR	<i>Callinectes sapidus</i> (μπλε καβούρια)	Νωπά, άγρια	Μέριλαντ (Η.Π.Α.): Chincoteague Bay, Newport Bay, Sinepuxent Bay, St. Martin's river	Rodgers et al., 2014
<i>V. vulnificus</i>	74%	RT-PCR, MPN	<i>Crassostrea virginica</i> (στρε	Νωπά, εκτρεφόμενα	Η.Π.Α.: Chesapeake Bay	Shaw et al., 2014
<i>V. vulnificus</i>	100%	MPN- PCR	Στρείδια	Νωπά, άγρια	Φλόριντα: Apalachicola Bay	Fang et al., 2018

<i>V. alginolyticus</i>	48% (ξηρή περίοδος), 26% (υγρή περίοδο)	Μέθοδοι καλλιέργειας	<i>Mytilus californianus</i> (Surf mussels), <i>Mytilus edulis</i> (bay mussels)	Νωπά, άγρια	Καλιφόρνια Εκβολές ποταμών: Moss Landing και Morro Bay	Miller et al., 2006
-------------------------	---	----------------------	---	-------------	---	---------------------

## Ευρώπη

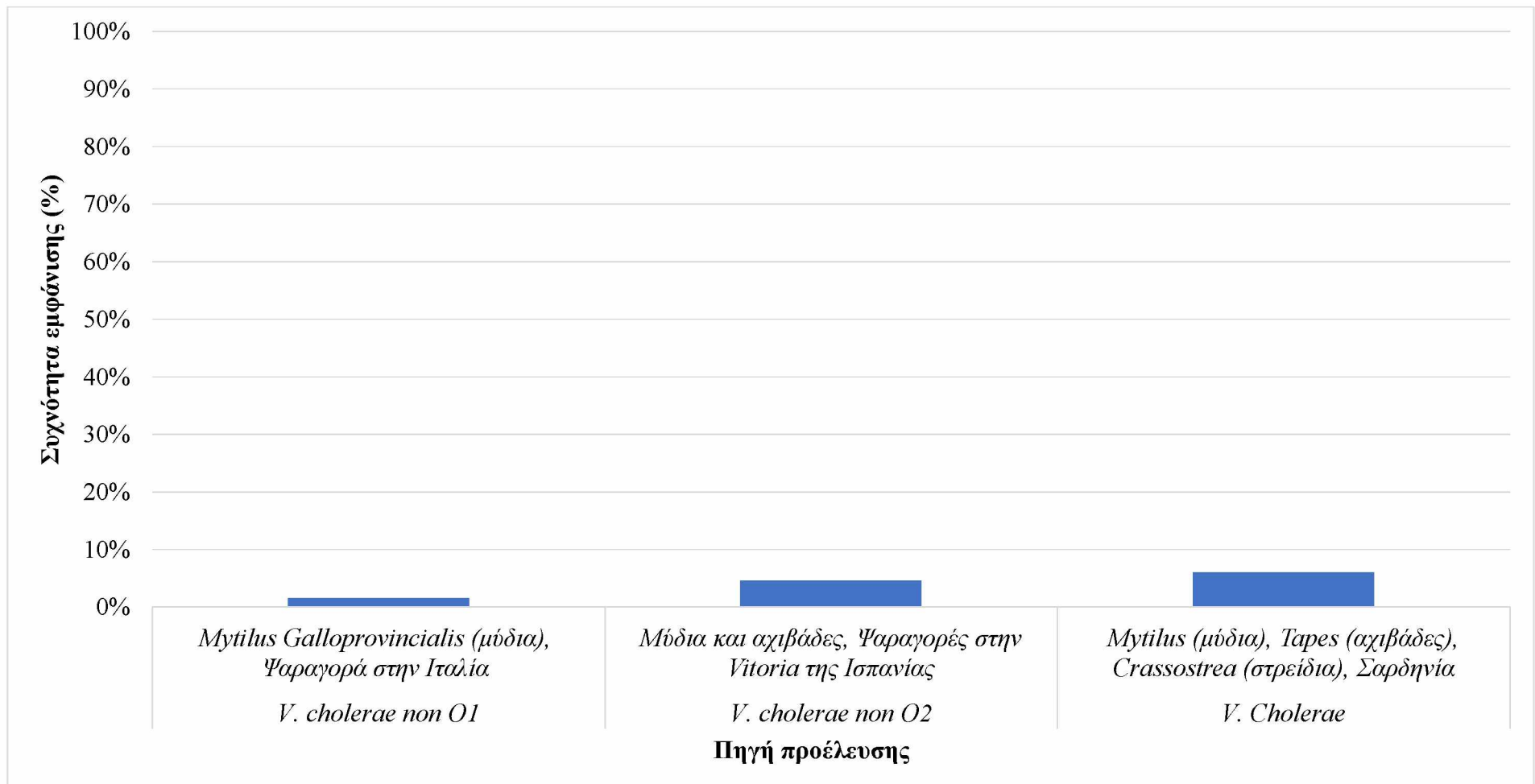
Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις, έτσι και στην Ευρώπη το *V. parahaemolyticus* είναι αυτό που ανιχνεύθηκε στις περισσότερες των περιπτώσεων. Συγκεκριμένα, στην Ισπανία βρέθηκε (με MPN) σε ποσοστό 30,23% των δειγμάτων επεξεργασμένων μυδιών και αχιβάδων από ψαραγορές της Vitoria (Σχήμα 3.8) και σε ποσοστό 72% (με PCR) των δειγμάτων νωπών εκτρεφόμενων μυδιών από τις περιοχές Arosa, Vigo και Pontevedra (Σχήμα 3.8). Στην Ιταλία, ανιχνεύθηκε στο 1,6% των επεξεργασμένων μυδιών (*M. galloprovincialis*) από την ψαραγορά Campobasso χρησιμοποιώντας την μέθοδο της PCR (Πίνακας 4). Επιπλέον, βρέθηκε (με PCR) σε ποσοστό 11,6% των δειγμάτων μυδιών από περιοχές της Αδριατικής θάλασσας τους πιο θερμούς μήνες (Απρίλιος, Μάιος, Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος, Σεπτέμβριος) (Σχήμα 3.8). Επιπροσθέτως, ανευρέθηκε σε ποσοστό 22,6% σε εκτρεφόμενα νωπά μύδια (*Mytilus*), αχιβάδες (*Tapes*) και στρείδια (*Crassostrea*) της Σαρδηνίας (Σχήμα 3.8). Τέλος, το παρααιμολυτικό δονάκιο έκανε την εμφάνισή του και στην Γερμανία. Σε μελέτη που διήρκησε από τον Ιούνιο του 2004 έως τον Μάιο του 2005, ανιχνεύθηκε (με MPN) σε ποσοστό 39,5% σε οστρακοκαλλιέργειες μυδιών (*M. edulis*) στη θάλασσα Wadden (Πίνακας 4).

Σχήμα 3. 8. Συχνότητα εμφάνισης *V. Parahaemolyticus* σε αλλεργιώματα στην Ευρώπη.





Όσον αφορά το *V. cholerae*, ανιχνεύθηκε, χρησιμοποιώντας την μέθοδο της PCR, στο 6% των δειγμάτων μυδιών (*Mytilus*), αχιβάδων (*Tapes*) και στρειδιών (*Crassostrea*) στην Ιταλία (Σαρδηνία). Επίσης βρέθηκε (με MPN) και το στέλεχος του δονακίου το non-01 σε ποσοστό 4,6% και 1,6% σε αχιβάδες και μύδια (προερχόμενα από τον Ατλαντικό Ωκεανό και την Cantabrian Sea) σε ψαραγορές στην Ισπανία (Vitoria) και σε μύδια (*M. galloprovincialis*) σε ψαραγορά της Ιταλίας (Campobasso) αντίστοιχα.



Σχήμα 3. 9. Συχνότητα εμφάνισης *V. cholerae* σε αλιεύματα στην Ευρώπη.

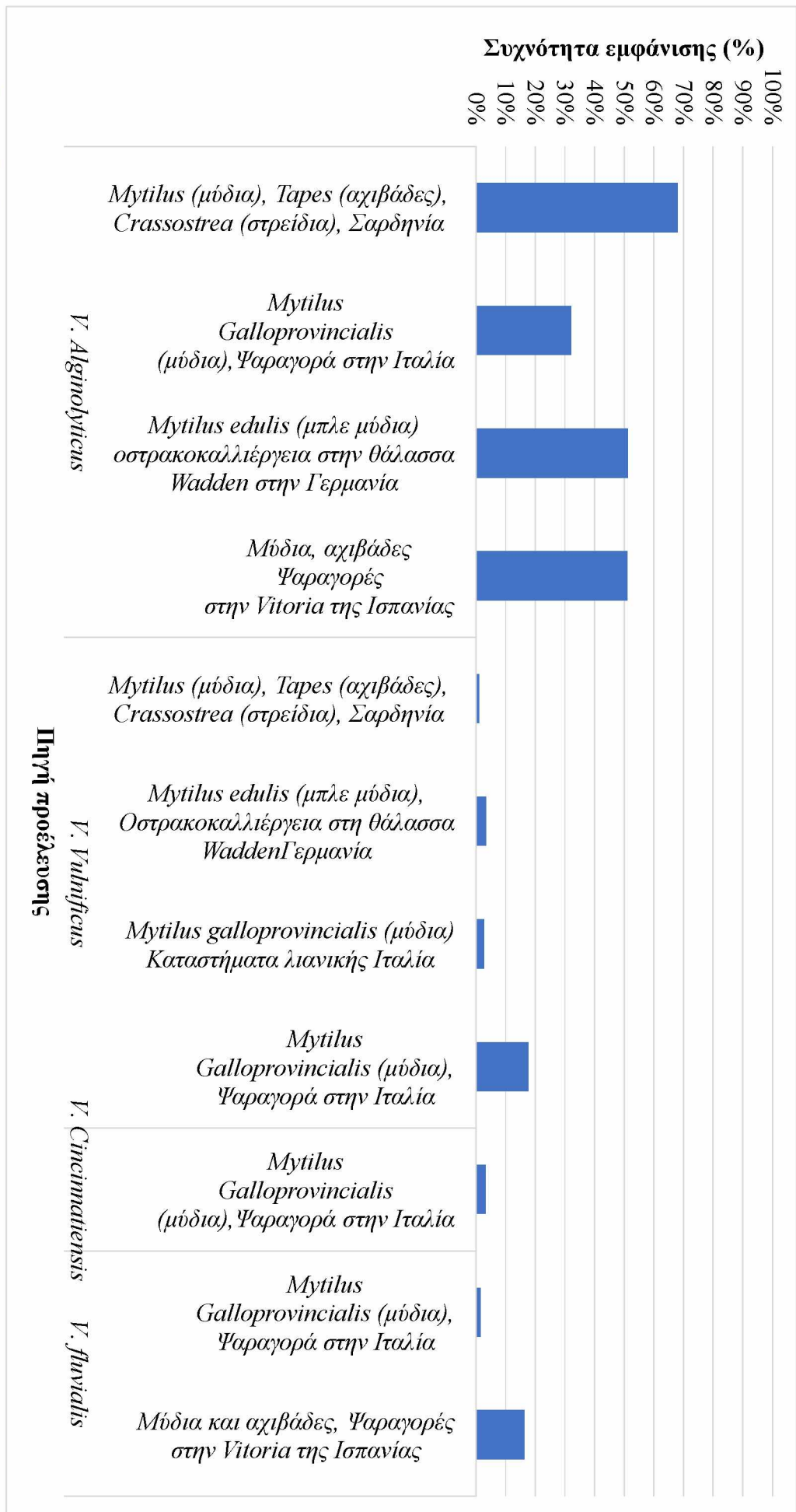
Το *V. alginolyticus* βρέθηκε σε ποσοστό 51,16% σε εκτρεφόμενα μύδια και αχιβάδες στην Ισπανία, προερχόμενα από τον Ατλαντικό Ωκεανό και την Cantabrian Sea (Πίνακας 4). Ακόμη, σε ποσοστό 32,2% ανευρέθηκε (με PCR) στα άγρια, επεξεργασμένα μύδια (*M. galloprovincialis*) στην παραγορά Campobasso στην Ιταλία (Σχήμα 3.10). Επίσης, βρέθηκε στην Σαρδηνία (Olbia coast, Ogliastra coast, Cagliari coast, Oristano coast) στο 68% των μυδιών (*Mytilus*), των αχιβάδων (*Tapes*) και των στρειδιών (*Crassostrea*) χρησιμοποιώντας την μέθοδο της PCR (Πίνακας 4). Τέλος, στην Γερμανία ανιχνεύθηκε (με MPN) σε ποσοστό 51,2% σε εκτρεφόμενα μύδια (*M. edulis*) στη θάλασσα Wadden με εύρος θεμοκρασιών τους 0°C-25°C (Πίνακας 4).

Όσον αφορά το *V. vulnificus*, στην Ιταλία βρέθηκε (με PCR) σε ποσοστό 17,7% σε άγρια, επεξεργασμένα μύδια (*M. galloprovincialis*) στην παραγορά Campobasso στο χρονικό διάστημα μεταξύ του Σεπτεμβρίου του 1997 έως τον Ιανουάριο του 1998 (Πίνακας 4). Επίσης, σε καταστήματα λιανικής στην Puglia, ανιχνεύθηκε (με το σύστημα API 20NE) σε ποσοστό 2,83% στα άγρια μύδια (*M. galloprovincialis*) (Σχήμα 3.10). Επίσης, στην Σαρδηνία, έπειτα από τετραετή μελέτη, βρέθηκε στο 1,1% των μυδιών (*Mytilus*), των αχιβάδων (*Tapes*) και των στρειδιών (*Crassostrea*) χρησιμοποιώντας την μέθοδο της PCR (Πίνακας 4). Επιπλέον, στην Γερμανία, ανιχνεύθηκε σε ποσοστό 3,5% σε εκτρεφόμενα, νωπά μύδια (*M. edulis*) στη θάλασσα Wadden.

Επιπλέον, στα οστρακοειδή στην Ισπανία και στην Ιταλία βρέθηκε και το *V. fluvialis*. Συγκεκριμένα, στα μύδια και τις αχιβάδες (με προέλευση τον Ατλαντικό Ωκεανό) των παραγορών της Vitoria ανιχνεύθηκε σε ποσοστό 16,3% (με MPN) (Πίνακας 4). Επιπροσθέτως, ανευρέθηκε (με PCR) στο 1,6% των μυδιών (*M. galloprovincialis*) της παραγοράς Campobasso (Σχήμα 3.10).

Τέλος, στα χαμηλότερα ποσοστά, ανιχνεύθηκε το *V. cincinnatiensis*. Για την ακρίβεια, βρέθηκε με την χρησιμοποίηση της μεθόδου PCR σε ποσοστό 3,2% σε άγρια, επεξεργασμένα μύδια (*M. galloprovincialis*) στην Παραγορά Campobasso της Ιταλίας (Σχήμα 3.10).

Σχήμα 3. 10. Συχνότητα εμφάνισης *V. alginolyticus*, *V. vulnificus*, *V. cincinnatiensis* και *V. fluvialis* σε αλγούμματα στην Ευρώπη.



Πίνακας 4. Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων *Vibrio* στα οστρακοειδή στην Ευρώπη.

Μικροοργανισμός	Εμφάνιση παθογόνου (%) (αριθμός θετικών/ σύνολο δειγμάτων)	Μέθοδος ανίχνευσης-	Είδος οστράκου	Τύπος οστράκου	Προέλευση	Βιβλιογραφική αναφορά
<i>V. alginolyticus</i>	68% (367 από τα 540)	PCR	<i>Mytilus</i> (μύδια), <i>Tapes</i> (αχιβάδες), <i>Crassostrea</i> (στρείδια)	Νωπά, εκτρεφόμενα	Σαρδηνία: Olbia coast, Ogliastra coast, Cagliari coast, Oristano coast	Carraro et al., 2015
<i>V. alginolyticus</i>	32,2% (20 από τα 62)	PCR	<i>Mytilus Galloprovincialis</i> (μύδια)	Επεξεργασμένα, άγρια	Ιταλία Ψαραγορά Campobasso	Ripabelli et al., 1999
<i>V. alginolyticus</i>	51,2%	MPN	<i>Mytilus edulis</i>	Νωπά,	Γερμανία	Lhafi & Kühne,

			(μπλε μύδια)	εκτρεφόμενα	Καλλιέργειες οστράκων στη θάλασσα Wadden	2007
<i>V. alginolyticus</i>	51,16% (22 από τα 43)	MPN	Μύδια, αχιβάδες	Επεξεργασμένα, εκτρεφόμενα	Ισπανία Ψαραγορές στην Vitoria	Sunen et al., 1995
<i>V. Parahaemolyticus</i>	22,6% (122 από τα 540)	PCR	<i>Mytilus</i> (μύδια), <i>Tapes</i> (αχιβάδες), <i>Crassostrea</i> (στρείδια)	Νωπά, εκτρεφόμενα	Σαρδηνία: Olbia coast, Ogliastra coast, Cagliari coast, Oristano coast	Carraro et al., 2015
<i>V. parahaemolyticus</i>	72% (73 από τα 101)	qPCR	Μύδια	Νωπά, εκτρεφόμενα	Ισπανία Περιοχές συγκομιδής: Arosa, Vigo, Pontevedra	Garrido-Maestu et al., 2015

<i>V. parahaemolyticus</i>	11,6% (65 από τα 559)	PCR	Ιταλικά μύδια	Νωπά, άγρια	Ιταλία Περιοχές της Αδριατικής θάλασσας	Ottaviani et al., 2010
<i>V. parahaemolyticus</i>	1,6%	PCR	<i>Mytilus Galloprovincialis</i> (μύδια)	Επεξεργασμένα, άγρια	Ιταλία Ψαραγορά Campobasso	Ripabelli et al., 1999
<i>V. parahaemolyticus</i>	39,5%	MPN	<i>Mytilus edulis</i> (μπλε μύδια)	Νωπά, εκτρεφόμενα	Γερμανία Καλλιέργειες οστράκων στη θάλασσα Wadden	Lhafi & Kühne, 2007
<i>V. parahaemolyticus</i>	7,83% (47 από τα 600)	Σύστημα API 20NE	<i>Mytilus galloprovincialis</i> (μύδια)	Επεξεργασμένα, άγρια	Ιταλία Καταστήματα λιανικής στην Puglia	Normanno et al., 2005
<i>V. parahaemolyticus</i>	30,23% (13 από τα 43)	MPN	Μύδια και αχιβάδες	Επεξεργασμένα, εκτρεφόμενα	Ισπανία Ψαραγορές στην	Sunen et al., 1995

					Vitoria	
<i>V. fluvialis</i>	1,6%	PCR	<i>Mytilus Galloprovincialis</i> (μύδια)	Επεξεργασμένα, άγρια	Ιταλία Ψαραγορά Campobasso	Ripabelli et al., 1999
<i>V. fluvialis</i>	16,3% (7 από τα 43)	MPN	Μύδια και αχιβάδες	Επεξεργασμένα, εκτρεφόμενα	Ισπανία Ψαραγορές στην Vitoria	Sunen et al., 1995
<i>V. cholerae</i> non O1	1,6%	PCR	<i>Mytilus Galloprovincialis</i> (μύδια)	Επεξεργασμένα, άγρια	Ιταλία Ψαραγορά Campobasso	Ripabelli et al., 1999
<i>V. cholerae</i> non-01	4,6% (2 από τα 43)	MPN	Μύδια και αχιβάδες	Επεξεργασμένα, εκτρεφόμενα	Ισπανία Ψαραγορές στην Vitoria	Sunen et al., 1995
<i>V. cholerae</i>	6% (32 από τα 540)	PCR	<i>Mytilus</i> (μύδια), <i>Tapes</i> (αχιβάδες), <i>Crassostrea</i>	Νωπά, εκτρεφόμενα	Σαρδηνία: Olbia coast, Ogliastra coast, Cagliari coast, Oristano	Carraro et al., 2015



			(στρείδια)		coast	
<i>V. vulnificus</i>	1,1% (6 από τα 540)	PCR	<i>Mytilus</i> (μύδια), <i>Tapes</i> (αχιβάδες), <i>Crassostrea</i> (στρείδια)	Νωπά, εκτρεφόμενα	Σαρδηνία: Olbia coast, Ogliastra coast, Cagliari coast, Oristano coast	Carraro et al., 2015
<i>V. vulnificus</i>	3,5%	MPN	<i>Mytilus edulis</i> (μπλε μύδια)	Νωπά, εκτρεφόμενα	Γερμανία Καλλιέργειες οστράκων στη θάλασσα Wadden	Lhafi & Kühne, 2007
<i>V. vulnificus</i>	2,83 (17 από τα 600)	σύστημα API 20NE	<i>Mytilus galloprovincialis</i> (μύδια)	Επεξεργασμένα, άγρια	Ιταλία Καταστήματα λιανικής στην Puglia	Normanno et al., 2005
<i>V. vulnificus</i>	17,7% (11 από τα 62)	PCR	<i>Mytilus Galloprovincialis</i> (μύδια)	Επεξεργασμένα, άγρια	Ιταλία Ψαραγορά Campobasso	Ripabelli et al., 1999

<i>V. cincinnatiensis</i>	3,2%	PCR	<i>Mytilus Galloprovincialis</i> (μύδια)	Επεξεργασμένα, άγρια	Ιταλία Ψαραγορά Campobasso	Ripabelli et al., 1999

## Αυστραλία

Στην Αυστραλία και πιο συγκεκριμένα, σε καλλιέργειες στρειδιών στο Σίδνεϊ, ανιχνεύτηκε και ταυτοποιήθηκε το *V.parahaemolyticus*, με την μέθοδο του MPN, σε ποσοστό 26,6%. Το δονάκιο ανευρέθηκε μέσω έρευνας που δεξήχθει από το καλοκαίρι έως φθινόπωρο του 1984, σε νωπά, ανοιχτά στρείδια τα οποία ονομάζονται *Crassostrea commercialis*. Οι θερμοκρασίες που ευνόησαν την ανάπτυξή του ήταν οι 15° C- 30° C (Πίνακας 5).

**Πίνακας 5.** Συχνότητα εμφάνισης παθογόνων *Vibrio* στα οστρακοειδή στην Αυστραλία.

Μικροοργανισμός	Εμφάνιση παθογόνου (%) (αριθμός θετικών/σύνολο δειγμάτων)	Μέθοδος ανίχνευσης	Είδος οστράκου	Τύπος οστράκου	Προέλευση	Βιβλιογραφική αναφορά
<i>V. parahaemolyticus</i>	26,6% (16 από τα 60)	MPN	<i>Crassostrea commercialis</i> (rock oysters)	Νωπά, εκτρεφόμενα	Αυστραλία Εμπορικές περιοχές καλλιέργειας στρειδιών στο Σίδνεϊ	Eyles et al., 1985

## 4. Συζήτηση

Οι λοιμώξεις που προκαλούνται από στελέχη/ορότυπους του γένους *Vibrio* φαίνεται να αυξάνουν ανά τον κόσμο. Η αύξηση αυτή πιθανόν να σχετίζεται με αλλαγές που συμβαίνουν παγκοσμίως στην ανθρώπινη συμπεριφορά (αύξηση του τουρισμού, της θαλάσσιας κυκλοφορίας, της κατανάλωσης θαλασσινών, της παραγωγής υδατοκαλλιέργειας, της ζήτησης νερού, της ρύπανσης) καθώς και της αύξησης της θερμοκρασίας του αέρα και του νερού των ωκεανών (NASA, 2018; Sampraiio et al., 2022). Τα τελευταία χρόνια έχουν αποκτήσει αυξημένη σημασία λόγω της συσχέτισής τους με ήπιες έως σοβαρές ανθρώπινες ασθένειες, όπως φλεγμονή του εντέρου, μολύνσεις τραυμάτων, διάρροια και σηψαιμία. Επιδημιολογικά δεδομένα υποδεικνύουν ότι οι λοιμώξεις από *Vibrio* είναι τροφιμογενείς και σχετίζονται με την κατανάλωση ωμών ή μισομαγειρεμένων οστρακοειδών. Στη διεθνή βιβλιογραφία, υπάρχουν ορισμένες πρόσφατες μελέτες που καταδεικνύουν την υψηλότερη συχνότητα εμφάνισης των *Vibrio* όταν οι διαδικασίες επεξεργασίας τροφίμων και οι συνθήκες υγιεινής σε βιομηχανικό επίπεδο είναι αναποτελεσματικές, ωστόσο οι εμπλεκόμενοι παράγοντες που επηρεάζουν τη μετάδοσή τους στην τροφική αλυσίδα είναι ακόμα θέμα συζήτησης (Valero et al., 2021). Στα πλαίσια αυτά, η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή ασχολήθηκε με τη συλλογή και στατιστική ανάλυση δεδομένων που αφορούν την ανίχνευση παθογόνων *Vibrio* στο υδάτινο οικοσύστημα καθώς και στα νωπά και στα επεξεργασμένα αλιευτικά προϊόντα.

Βάση των δεδομένων που συλλέχθηκαν από την παρούσα διπλωματική εργασία, τα *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus* και *V. cholerae* αποτελούν τα κυριότερα τροφιμογενή παθογόνα *Vibrio* ανά τον κόσμο. Μεγαλύτερο ποσοστό κατέχουν στα αλιευτικά προϊόντα σε σύγκριση με τα υδάτινα οικοσυστήματα, διότι ο λάθος χειρισμός που υφίστανται, πολλές φορές, κατά τη συγκομιδή και την επεξεργασία τους έως ότου φτάσουν στις αγορές λιανικής πώλησης, καθιστούν ευκολότερη τη μετάδοση και τον πολλαπλασιασμό τους. Το *V. parahaemolyticus* είναι ένα αλόφιλο, Gram-αρνητικό τροφιμογενές παθογόνο που έχει αυξήσει την παγκόσμια ανησυχία από την εμφάνιση της πανδημίας του στελέχους O3:K6 το 1996 (Haihong et al., 2015). Όπως προκύπτει από τα δεδομένα που αναλύονται στη συγκεκριμένη μελέτη, είναι υπεύθυνο για την εμφάνιση νέων εστιών σε πολλά μέρη του κόσμου, συμπεριλαμβανομένης της Ευρώπης, της Βόρειας και της Νοτιοανατολικής Αμερικής και της Ασίας. Το *V. parahaemolyticus* απαντάται φυσικά

σε περιοχές που χρησιμοποιούνται για την καλλιέργεια και τη συγκομιδή οστρακοειδών και θεωρείται μέρος της αυτόχθονης μικροχλωρίδας σε εκβολές ποταμών και παράκτια περιβάλλοντα (Haihong et al., 2015). Επιπροσθέτως, όπως γίνεται αντιληπτό από την παρούσα διπλωματική, ο επιπολασμός και η αφθονία του επηρεάζονται από δύο κύριους παράγοντες: τη θερμοκρασία (παρατηρείται αυξημένη εμφάνισή του κατά τους θερμότερους μήνες σε εύκρατα νερά) και την αλατότητα. Γενικότερα, οι ανθρώπινες λοιμώξεις με *V. parahaemolyticus* προκαλούνται από την κατανάλωση ωμών ή μη επαρκώς ψημένων θαλασσινών. Τα μαλάκια, όπως τα στρείδια, συσσωρεύουν μικροοργανισμούς από το περιβάλλον κατά την τροφοδοσία με φίλτρο, κάτι που προκαλεί ανησυχία γιατί αυτά τα οστρακοειδή καταναλώνονται συνήθως ωμά. Επιπλέον, το *V. parahaemolyticus* μπορεί να αυξηθεί στα οστρακοειδή από τη φάρμα στην κατανάλωση, όπου περιλαμβάνεται η συγκομιδή, η αποθήκευση και η διακίνηση. Το παρααιμολυτικό δονάκιο είναι πιθανό να πολλαπλασιαστεί γρήγορα στα οστρακοειδή μετά τη συγκομιδή και να φτάσει σε ένα επίπεδο ικανό να προκαλέσει τροφική δηλητηρίαση εάν αυτά δεν ψύχονται αμέσως. Τα λοιμώδη στελέχη του *V. parahaemolyticus* σπάνια απομονώνονται από τα τρόφιμα λόγω της σχετικά χαμηλής πληθυσμιακής πυκνότητας μολυσματικών στελεχών. Η αποτελεσματική ανίχνευση του *V. parahaemolyticus* απαιτεί την αναγνώριση αρκετών στόχων και συνήθως γίνεται με τον συνδυασμό των μεθόδων MPN και PCR. Το μη παθογόνο προϊόν του γονιδίου της θερμοευκίνητης αιμολυσίνης (*tlh*) χρησιμοποιείται σαν στόχος για την ανίχνευση ολικού *V. parahaemolyticus*. Αντιθέτως, η θερμοσταθερή άμεση αιμολυσίνη (*TDH*) και η σχετιζόμενη με την *TDH* αιμολυσίνη (*TRH*) είναι δύο κύριοι παράγοντες λοιμογόνου δράσης. Τα στελέχη της πανδημικής ομάδας *V. parahaemolyticus* περιλαμβάνουν O3:K6 και τα παράγωγά του (οι ορότυποι O4:K68, O1:K25 και O1:KUT), που έχουν ανιχνευτεί από το 1996. Επομένως, η παρουσία ενός ή περισσότερων από τα γονίδια *tdh*, *trh* και *ORF8* χρησιμοποιείται για να υποδείξει εάν ένα στέλεχος είναι παθογόνο (Haihong et al., 2015). Συνεπώς, καθιστάται απαιτητική η ορθή διαχείριση των οστρακοειδών και η αποτελεσματική ανίχνευση των στελεχών του *Vibrio*, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται σε μεγάλο ποσοστό σε τρόφιμα τα οποία καταλήγουν στους καταναλωτές.

Σε αντίθεση με το *V. parahaemolyticus* και το *V. cholerae*, τα οποία ευθύνονται κυρίως για τροφικές λοιμώξεις, το *V. vulnificus* ευθύνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό (58%) για τις λοιμώξεις των τραυμάτων. Όπως, διαπιστώνεται επί της παρούσας μελέτης, σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η επαφή πληγών με μολυσμένο

νερό ή γενικότερα ο χειρισμός των μολυσμένων θαλασσινών. Τα μαγειρεμένα καβούρια αλλά και ο χειρισμός των ζωντανών αντιπροσωπεύουν πιθανές οδούς έκθεσης σε παθογόνα βακτήρια, όπως π.χ. *V. parahaemolyticus* και *V. vulnificus* (Rodgers et al., 2014). Το *V. vulnificus* είναι ικανό να προκαλέσει ασθένειες στους ανθρώπους, που σχετίζονται με την κατανάλωση μολυσμένων οστρακοειδών, όπως φαίνεται από τα δεδομένα που συλλέχθηκαν στην παρούσα διπλωματική εργασία. Απαντάται συνήθως στα παράκτια ύδατα των εύκρατων περιοχών κατά τη διάρκεια του θερμότερων μηνών όπως και το *V. parahaemolyticus* (Rodgers et al., 2014). Οι λοιμώξεις από *V. vulnificus* είναι σπάνιες, παρ' όλ' αυτά εμφανίζουν το υψηλότερο ποσοστό νοσηλείας (91,3%) και θνησιμότητας (34,4%) όλων των τροφιμογενών παθογόνων στις Ηνωμένες Πολιτείες συγκριτικά με Ευρώπη, Ασία και Αυστραλία (Scallan et al. 2011), πράγμα το οποίο το καθιστά αρκετά επικίνδυνο. Οι τρεις κλινικές καταστάσεις που σχετίζονται με λοίμωξη από *V. vulnificus* είναι λοιμώξεις τραυμάτων, πρωτοπαθής σηψαιμία και γαστρεντερίτιδα (Parveen και Tamplin 2013). Πρωτοπαθής σηψαιμία, αποτέλεσμα σε ακραίες περιπτώσεις γαστρεντερίτιδας ή μόλυνσης τραύματος, είναι η πιο θανατηφόρα κατάσταση (Rodgers et al., 2014). Έχουν γίνει αρκετές μελέτες που το καθόρισαν. Υπάρχουν τόσο κλινικές όσο και περιβαλλοντικές απομονώσεις του *V. vulnificus* που μπορεί να διακριθεί από ένα 17-νουκλεοτίδιο με διαφορά στο γονίδιο 16S rRNA (Nilsson et al. 2003; Warner και Oliver 2008). Μια μελέτη του 2008 διαπίστωσε ότι η πλειοψηφία του *V. vulnificus* σε στρείδια (84,4%) από διάφορα νερά των εκβολών ήταν του E περιβαλλοντικού γονότυπου, ενώ το 15,6% ήταν C κλινικός γονότυπος (Warner και Oliver 2008). Επομένως, είναι κατανοητό, ότι για ακόμα μία φορά απαραίτητη προϋπόθεση για την πρόληψη της μόλυνσης αποτελεί ο ορθός χειρισμός των οστρακοειδών αλλά και η τήρηση κανόνων ορθής υγιεινής πρακτικής (π.χ. σωστή φροντίδα και κάλυψη τραύματος).

Το *V. cholerae* είναι ανομοιογενές, αποτελείται από περισσότερους από 200 ορότυπους, εκ των οποίων μόνο οι οροομάδες O1 και O139 που φέρουν τα γονίδια (ctxA, ctxB) για την παραγωγή τοξίνης χολέρας, που είναι υπεύθυνη για τα περισσότερα από τα συμπτώματα οδηγούν στην χολέρα (Gopal et al., 2004). Σε αντίθεση με το *V. parahaemolyticus* για το οποίο οι υψηλές θερμοκρασίες είναι ευργετικές, για το *V. cholerae* αναφέρεται ότι υπάρχει αυξημένος κίνδυνος μαζικής εμφάνισής του αργά το φθινόπωρο με αρχή του χειμώνα (DePaola et al. 1984). Από το 1854, το *V. cholerae* (O1/O139) παραμένει ως ο πρώτος εντοπισμένος

αιτιολογικός παράγοντας της χολέρας. Άλλοι ορότυποι, γνωστοί ως μη-O1 και μη-O139 σπάνια συσχετίζονται με τις ανθρώπινες λοιμώξεις, προκαλώντας ήπια γαστρεντερίτιδα και σηψαιμία. Ως εκ τούτου, για την αξιολόγηση του κινδύνου, είναι περισσότερο σημαντικό να γνωρίζουμε εάν τα θαλασσινά συνδέονται με τα στελέχη που προκαλούν την χολέρα ή όχι. Αυτό μπορεί να διαπιστωθεί με έλεγχο των στελεχών για την παρουσία γονιδίου που κωδικοποιεί την τοξίνη της χολέρας (Gopal et al., 2004). Αν και το δονάκιο της χολέρας τυπικά ευθύνεται για περισσότερους από 100.000 θανάτους ετησίως παγκοσμίως, η νόσος χολέρας παραμένει ασυνήθιστο γεγονός στις Η.Π.Α.. Συνήθως αποκτάται εκτός Η.Π.Α., σε αντίθεση με το *V. parahaemolyticus* και το *V. vulnificus*. Το 2011, μια μικρή εστία γαστρεντερίτιδας (n = 11 περιπτώσεις) συνέβη στην Apalachicola στον βόρειο κόλπο της Φλόριντα και περιελάμβανε ένα στέλεχος που παράγει τοξίνες χολέρας, το *V. cholerae* O75. Η συγκεκριμένη οροομάδα και η στενά συγγενική οροομάδα O141 έχουν απομονωθεί από πολυάριθμα σποραδικά κρούσματα, κυρίως στις νοτιοανατολικές Η.Π.Α., αλλά αυτό το περιστατικό ήταν το πρώτο τεκμηριωμένο ξέσπασμα που αποδόθηκε σε τοξικογόνο μη-O1/μη-O139 *V. cholerae*. Προηγούμενη έρευνα το 1984 ανέφερε ότι η *V. cholerae* ήταν παρούσα στο 57% των δειγμάτων θαλασσινού νερού που συλλέχθηκαν από τον κόλπο Apalachicola και οι δύο οροομάδες O1 (n = 20) και non-O1 (n = 735) εντοπίστηκαν σε αυτή τη μελέτη (Deraola et al. 1984). Ωστόσο, κανένα από τα στελέχη δεν έδειξε στοιχεία για την παραγωγή της τοξίνης της χολέρας, αν και ορισμένα στελέχη και από τις δύο ομάδες μπόρεσαν να προκαλέσουν διάρροια σε κουνέλια. Επομένως, στο φως της πρόσφατης εστίας, η μελέτη στο παρόν διερεύνησε τον επιπολασμό και την αφθονία του *V. cholerae* κατά την περίοδο 2012–2014 στις τοποθεσίες που εκτίνονται σε ολόκληρο τον κόλπο Apalachicola, Φλόριντα (Fang et al., 2012;2014).

Πολυάριθμες εστίες και σοβαρές λοιμώξεις λόγω *Vibrio* spp. έχουν προκύψει με αποτέλεσμα ανησυχίες για τη δημόσια υγεία και αύξηση των μελετών για τους παθογόνους παράγοντες (Rodgers et al., 2014). Επιπροσθέτως, οι μηχανισμοί για το σχηματισμό βιοφίλμ, οι παράγοντες λοιμογόνου δράσης, η επίδραση περιβαλλοντικών μεταβλητών και η αντοχή του *Vibrio* σε αντιβιοτικά, στην τροφική αλυσίδα, είναι επί του παρόντος ένα σημαντικό θέμα έρευνας για τους επιστήμονες (Valero et al., 2021). Στον χάρτη των παράκτιων κόλπων του Maryland (MCB) περιλαμβάνονται οι: Assawoman, Chincoteague Bay, Isle of Wright Bay, Newport

Bay, Sineruxent Bay, και St. Martin River οι οποίοι έχουν υψηλότερη συγκέντρωση αλατιού (17–36 ppt υψηλότερη κατά μέσο όρο) (Rodgers, 2014).

Επομένως συμπεραίνεται, πως όσο προχωράει η υπερθέρμανση του πλανήτη, τόσο αυξάνεται και ο πληθυσμός των παθογόνων *Vibrio*. Παρόλο που είναι δύσκολο να επιτευχθεί πλήρης προστασία της δημόσιας υγείας από τα *Vibrio* διότι απαντώνται ως φυσιολογική χλωρίδα στο περιβάλλον, απαιτείται μεγαλύτερη προσοχή και συστηματικός έλεγχος των τροφίμων ανά τακτά χρονικά διαστήματα από τις αρμόδιες αρχές ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος μόλυνσης των τροφίμων και να διασφαλιστεί η προστασία των καταναλωτών. Ωστόσο, οι ίδιοι οι καταναλωτές από την μεριά τους είναι εξίσου σημαντικό να τηρούν τις βασικές αρχές υγιεινής όσον αφορά τον χειρισμό των τροφίμων.

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

-Τα *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus* και *V. cholerae* αποτελούν τα πιο κοινά τροφιμογενή *Vibrio* που απομονώνονται από τα υδάτινα οικοσυστήματα αλλά και τα οστρακοειδή ανά τον κόσμο.

-Στην Ευρώπη, στις Η.Π.Α και στην Ασία στα οστρακοειδή σε μεγαλύτερο ποσοστό εμφανίζονται το *V. parahaemolyticus*, το *V. vulnificus* και το *V. cholerae* ενώ σε μικρότερα ποσοστά το *V. alginolyticus*, *V. diazotrophycus* και το *V. cincinnatiensis*.

- Ομοίως στα υδάτινα οικοσυστήματα κυρίως ανευρίσκονται τα *V. cholerae*, *V. vulnificus* και το *V. parahaemolyticus*, σε γλυκά και αλμυρά νερα.

-Τα *Vibrio* παρουσιάζουν υψηλή συχνότητα εμφάνισης στα μύδια και στρείδια συγκριτικά με τα υπόλοιπα οστρακοειδή.

-Η αύξηση της αφθονίας των *Vibrio* επηρεάζεται από τις αλλαγές στο κλίμα (π.χ. υπερθέρμανση του πλανήτη) και από τις επικράτουςες συνθήκες στο περιβάλλον που αναπτύσσονται (π.χ. αλατότητα, βάθος). Εξαιτίας αυτού διαφοροποιείται ο πληθυσμός τους από χώρα σε χώρα αλλά ακόμη και από περιοχή σε περιοχή.



## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνική Βιβλιογραφία

Ενιαίος Φορέας Ελέγχου Τροφίμων (ΕΦΕΤ) (2009). “Παθογόνοι μικροοργανισμοί στα τρόφιμα”.

[https://www.efet.gr/files/F12431\\_Binder7.pdf](https://www.efet.gr/files/F12431_Binder7.pdf) Προσπέλαση, 10/03/2022

### Ξένη Βιβλιογραφία

Ahmed H. Al-Harbi (2008). “*Bacterial Flora of Freshwater Prawn, Macrobrachium rosenbergii(de Man), Cultured in Concrete Tanks in Saudi Arabia*”, **Journal of Applied Aquaculture**, 14:1-2, 113-124.

[https://doi.org/10.1300/J028v14n01\\_08](https://doi.org/10.1300/J028v14n01_08)

Akio Yamamoto, Jun'ichiro Iwahori, Varaporn Vuddhakul, Wilawan Charernjiratragul, David Vose, Ken Osaka, Mika Shigematsu, Hajime Toyofuku, Shigeki Yamamoto, Mitsuaki Nishibuchi, Fumiko Kasug (2008). “*Quantitative modeling for risk assessment of Vibrio parahaemolyticus in bloody clams in southern Thailand*”, **International Journal of Food Microbiology**, 124, 70–78.

Doi: [10.1016/j.ijfoodmicro.2008.02.021](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2008.02.021)

Alejandro Garrido-Maestu, Antonio Lozano-Leon, Rafael R. Rodríguez-Souto, Ramon Vieites-Maneiro, María-Jose Chapela, Ana G. Cabado (2015). “*Presence of pathogenic Vibrio species in fresh mussels harvested in the southern Rias of Galicia (NW Spain)*”, **Food Control**, 59, 759-765.

<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.06.054>

Ana Sampaio, Vanessa Silva, Patrícia Poeta, Florin Aonofriese (2022). “*Vibrio spp.: Life Strategies, Ecology, and Risks in a Changing Environment*”, **Diversity** 14(2), 97.

<https://doi.org/10.3390/d14020097>

Anette Bauer, Øyvind Østensvik, Malin Florvåg, Øyvind Ørmen, and Liv Marit Rørvik (2006). “*Occurrence of Vibrio parahaemolyticus, V. cholerae, and V. Vulnificus in Norwegian Blue Mussels (Mytilus edulis)*”, **Applied and Environmental Microbiology**, 72, (4), 3058–3061.

Doi: [10.1128/AEM.72.4.3058-3061.2006](https://doi.org/10.1128/AEM.72.4.3058-3061.2006)

**Anita C. Wright , Naim Montazeri** (2022). “*Chapter 7- Vibrios*”, **Foodborne Infections and Intoxications**, 105-124.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819519-2.00030-X>

**Antonio Valero, Francisco N. Arroyo-López, Marta López Cabo, Sheng Chen, Ilenys M. Pérez-Díaz** (2021). “*Vibrio Species in the Food Processing Chain*”, **Frontiers in Microbiology**, 12.

<https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.796796>

**BioMérieux, Inc.** “*Identification system for non-fastidious, non-enteric Gram-negative rods*”,

<https://faculty.fiu.edu/~makemson/MCB3020Lab/API20neInstructions.pdf>

**Boslaugh Sarah E.** (2016). “*Foodborne illness pathology*”. **Encyclopedia Britannica**,

<https://www.britannica.com/science/foodborne-illness>, Προσπέλαση: 03/05/2022

**CDC** (2016). “*Pulsed-field Gel Electrophoresis (PFGE)*”.

<https://www.cdc.gov/pulsenet/pathogens/pfge.html> Προσπέλαση, 01/06/2022.

**CDC: Centers for Disease Control and Prevention** (2019-2020). “*Division of Foodborne, Waterborne, and Environmental Diseases*”.

<https://www.cdc.gov/ncezid/dfwed/index.html> , Προσπέλαση: 03/05/2022.

**C. Rodgers, S. Parveen, P. Chigbu, J. Jacobs, M. Rhodes, J. Harter-Dennis** (2014). “*Prevalence of Vibrio parahaemolyticus, and Vibrio vulnificus in blue crabs (Callinectes sapidus), seawater and sediments of the Maryland Coastal Bays*”, **Journal of Applied Microbiology**, 117(4), 921-1219.

Doi: [10.1111/jam.12608](https://doi.org/10.1111/jam.12608)

**Christopher Staley, Melissa K. Jones, Anita C. Wright , Valerie J. Harwood** (2011). “*Genetic and quantitative assessment of Vibrio vulnificus populations in oyster (Crassostrea virginica) tissues*”, **Environmental Microbiology Reports** 3(5), 543–549.

Doi: [10.1111/j.1758-2229.2011.00256.x](https://doi.org/10.1111/j.1758-2229.2011.00256.x)

**Daryoush Asgarpour, Fakhri Haghi, Habib Zeighami** (2018). “*Detection and Molecular Characterization of Vibrio Parahaemolyticus in Shrimp Samples*”, **The Open Biotechnology Journal**, 12, 46-50.

Doi: [10.2174/1874070701812010046](https://doi.org/10.2174/1874070701812010046)

**DePaola, A, Hopkins, L.H., Peeler, J.T., Wentz, B, McPhearson, R.M. (1990).** “*Incidence of Vibrio parahaemolyticus in U.S. coastal waters and oysters*”, **Applied and Environmental Microbiology**, 56, 2299–2302.

Doi: [10.1128/aem.56.8.2299-2302.1990](https://doi.org/10.1128/aem.56.8.2299-2302.1990)

**Depaola, A., Presnell, M.W., Becker, R.E., Motes, M.L., Zywno, S.R., Musselman, J.F., Taylor, J. and Williams, L.(1984).** “*Distribution of Vibrio cholerae in the Apalachicola (Florida) Bay Estuary*”, **Journal of Food Protection**, 47, 549–553.

Doi: [10.4315/0362-028X-47.7.549](https://doi.org/10.4315/0362-028X-47.7.549)

**Donatella Ottaviani, Francesca Leoni, Elena Rocchegiani, Cristina Canonico, Stefano Potenziani, Sabrina Santarelli, Laura Masini, Renzo Mioni and Antonio Carraturo (2010).** “*Prevalence, serotyping and molecular characterization of Vibrio parahaemolyticus in mussels from Italian growing areas, Adriatic Sea*”, **Environmental Microbiology Reports**, 2(1), 192–197.

Doi: [10.1111/j.1758-2229.2010.00134.x](https://doi.org/10.1111/j.1758-2229.2010.00134.x)

**Ester Sunen, Maria Acebes, Aurora Fernandez-Astorga (1995).** “*Occurrence of potentially pathogenic vibrios in bivalve molluscs (mussels and clams) from retail outlets in the North of Spain*”, **Journal of Food Safety**, 15, 275-281.

<https://doi.org/10.1111/j.1745-4565.1995.tb00139.x>

**Fei Wang, Lin Jiang, Qianru Yang, Feifei Han, Siyi Chen, Shuaihua Pu, Amanda Vance, and Beilei Ge (2011).** “*Prevalence and Antimicrobial Susceptibility of Major Foodborne Pathogens in Imported Seafood*”, **Journal of Food Protection**, 74 (9), 1451–1461.

Doi: [10.4315/0362-028X.JFP-11-146](https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-11-146)

**French, G. L., Woo, M. L., Hui, Y. W., and Chan, K. Y. (1989).** “*Antimicrobial susceptibilities of halophilic vibrios*”. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, 24, 183–194.

Doi: [10.1093/jac/24.2.183](https://doi.org/10.1093/jac/24.2.183)

**Garthright, W. E., and Blodgett, R. J. (2003).** “*FDA's preferred MPN methods for standard, large or unusual tests, with a spreadsheet*”. **Food Microbiology**, 20: 439-445.

[https://doi.org/10.1016/S0740-0020\(02\)00144-2](https://doi.org/10.1016/S0740-0020(02)00144-2)

**G.B. Nair,S.M. Faruque,D.A. Sack (2006).** “*Chapter 13- Vibrios*”, **Emerging Foodborne Pathogens**, 13, 332-372.



<https://doi.org/10.1533/9781845691394.2.332>

**Giancarlo Ripabelli, Michela Lucia Sammarco, Guido Maria Grasso, Incoronata Fanelli, Alfredo Caprioli, Ida Luzzi** (1999). “*Occurrence of Vibrio and other pathogenic bacteria in Mytilus galloprovincialis (mussels) harvested from Adriatic Sea, Italy*”, **Journal of Food Safety**, 49, 43–48.

<https://doi.org/10.1111/j.1745-4565.1995.tb00139.x>

**G. Normanno, A. Parisi, N. Addante, N.C. Quaglia, A. Dambrosio, C. Montagna, D. Chiocco** (2005). “*Vibrio parahaemolyticus, Vibrio vulnificus and microorganisms of fecal origin in mussels (Mytilus galloprovincialis) sold in the Puglia region (Italy)*”, **International Journal of Food Microbiology**, 106, 219 – 222.

Doi: [10.1016/j.ijfoodmicro.2005.05.020](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2005.05.020)

**Haihong Han, Fengqin Li, Weixing Yan, Yunchang Guo, Ning Li, Xiumei Liu, Jianghui Zhu, Jin Xu, Yan Chen, Xiugui Li, Hong Lv, Yiqian Zhang, Te Cai, Yuzhen Chen** (2015). “*Temporal and Spatial Variation in the Abundance of Total and Pathogenic Vibrio parahaemolyticus in Shellfish in China*”, **PLoS One** 10(6): e0130302

Doi: [10.1371/journal.pone.0130302](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130302)

**Hung-Chia Chang , Ming-Lun Chen, Yi-cheng Su, Ju-Ying Pai, Tsai-Hsin Chiu,** (2010). “*Molecular characterizations of pathogenic Vibrio parahaemolyticus isolated from Southern Taiwan oyster-growing environment*”, **Food Control**, 22, 245-251.

**Irana Paim Silva, Camila de Souza Carneiro, Margarete Alice Fontes Saraiva, Thiago Alves Santos de Oliveira, Oscarina Viana de Sousa, Norma Suely Evangelista-Barreto** (2018). “*Antimicrobial resistance and potential virulence of Vibrio parahaemolyticus isolated from water and bivalve mollusks from Bahia, Brazil*”, **Marine Pollution Bulletin**, 131, 757–762.

Doi: [10.1016/j.marpolbul.2018.05.007](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.007)

**Jessica L. Jones, Catharina H. M. Lódeke, John C. Bowers, Kristin DeRosia-Banick, David H. Carey, William Hastback** (2014). “*Abundance of Vibrio cholerae, V. vulnificus, and V. Parahaemolyticus in Oysters (Crassostrea virginica) and Clams (Mercenaria mercenaria) from Long Island Sound*”, **Applied and Environmental Microbiology**, 80, 7667–7672.

Doi: [10.1128/AEM.02820-14](https://doi.org/10.1128/AEM.02820-14)

**Joanna M.P. Melia , Cynthia L. Sears** (2021). “*Chapter: 110 Infectious Enteritis and Proctocolitis*”. **Sleisenger and Fordtran's Gastrointestinal and Liver Disease**.

<https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/vibrio-parahaemolyticus>, Προσπέλαση 04/04/2022

**Jones, J. L.** (2014). “*VIBRIO | Introduction, Including Vibrio parahaemolyticus, Vibrio vulnificus, and Other Vibrio Species*”. **Encyclopedia of Food Microbiology**, 691-698

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00345-1>

**Jong Soo Mok, Ara Ryu, Ji Young Kwon, Byeori Kim, Kunbawui Park** (2019). “*Distribution of Vibrio species isolated from bivalves and bivalve culture environments along the Gyeongnam coast in Korea: Virulence and antimicrobial resistance of Vibrio parahaemolyticus isolates*”, **Food Control**, 106, 106697.

<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.06.023>

**Karla M. López-Hernández, Violeta T. Pardvo-Sedas, Leonardo Lizarraga-Partida, Josu de J. Williams ,David Martvnez-Herrera, Argel Flores-Primo, Roxana Uscanga-Serrano, Karla Rendón-Castro** (2014). “*Environmental parameters influence on the dynamics of total and pathogenic Vibrio parahaemolyticus densities in Crassostrea virginica harvested from Mexico’s Gulf coast*”, **Marine Pollution Bulletin**, 91, 317–329.

<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.11.015>

**Kasthuri Venkateswaran,** (1999) “*VIBRIO | Standard Cultural Methods and Molecular Detection Techniques in Foods*”, **Encyclopedia of Food Microbiology**, 2248-2258.

<https://doi.org/10.1006/rwfm.1999.1665>

**KristiS.Shaw, JohnM.Jacobs and ByronC.Crump** (2014). “*Impact of Hurricane Irene on Vibrio vulnificus and Vibrio parahaemolyticus concentrations in surface water, sediment and cultured oysters in the Chesapeake Bay, MD, USA*”, **Frontiers in Microbiology**, 5, 204.

Doi: [10.3389/fmicb.2014.00204](https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00204)

**L. Fang , A.M. Ginn, J. Harper, A.S. Kane, A.C. Wright** (2012-2014). “*Survey and genetic characterization of Vibrio cholerae in Apalachicola Bay, Florida (2012–2014)*”, **Journal of Applied Microbiology**, 126, 1364-5072.

Doi: [10.1111/jam.14199](https://doi.org/10.1111/jam.14199)

**L. Fang , A.M. Ginn, J. Harper, A.S. Kane, A.C. Wright** (2018). “*Survey and genetic characterization of Vibrio cholerae in Apalachicola Bay, Florida (2012–2014)*”, **Journal of Applied Microbiology**, 126, 1265-1277.

**Marguerite A. Neill** (2020). “*Chapter: 215 Other Pathogenic Vibrios*”. **Mandell, Douglas, and Bennett's Principles and Practice of Infectious Diseases**. <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/vibrio-parahaemolyticus>, Προσπέλαση 09/05/2022

**M.J. Eyles, G.R. Davey, G. Arnold** (1985). “*Behavior and incidence of Vibrio parahaemolyticus in Sydney rock oysters (Crassostrea commercialis)*”, **National Geographic**, 1, 327-334.

<https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/bacteria/>

**Nilsson, W.B., Paranjypte, R.N., DePaola, A. and Strom, M.S.** (2003). “*Sequence polymorphism of the 16S rRNA gene of Vibrio vulnificus is a possible indicator of strain virulence*”, **Journal of Clinical Microbiology**, 41, 442–446. Doi: [10.1128/JCM.41.1.442-446.2003](https://doi.org/10.1128/JCM.41.1.442-446.2003)

**Osman Erkmen** (2022). “*Practice 23 Isolation and counting of Vibrio*”, **Microbiological Analysis of Foods and Food Processing Environments**, 253-268. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91651-6.00012-4>

**Phillips KE, Satchell KJF** (2017). “*Vibrio vulnificus : From Oyster Colonist to Human Pathogen*”, **Plos Pathogens**.

<https://journals.plos.org/plospathogens/article?id=10.1371/journal.ppat.1006053>

Προσπέλαση 02/03/2022

**P.J.A. Reilly and D.R. Twiddy** (1992). “*Salmonella and Vibrio cholerae in brackishwater cultured tropical prawns*”, **International Journal of Food Microbiology**, 16, 293-301.

[https://doi.org/10.1016/0168-1605\(92\)90031-W](https://doi.org/10.1016/0168-1605(92)90031-W)

**Salina Parveen, Kumidini A. Hettiarachchi, John C. Bowers, Jessica L. Jones, Mark L. Tamplin, Rusty McKay, William Beatty, Kathy Brohawn, Ligia V.**



**DaSilva, Angelo DePaola** (2008). “Seasonal distribution of total and pathogenic *Vibrio parahaemolyticus* in Chesapeake Bay oysters and waters”, **International Journal of Food Microbiology**, 128, 354–361.

Doi: [10.1016/j.ijfoodmicro.2008.09.019](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2008.09.019)

**Salina Parveen, Mark L. Tamplin** (2013). “*Vibrio vulnificus*, *Vibrio parahaemolyticus*, and *Vibrio cholera*”. **Seafood Safety And Quality** , 116–162.

**Scallan, E., Hoekstra, R.M., Angulo, F.J., Tauxe, R.V., Widdowson, M.A., Roy, S.L., Jones, J.L. and Griffin, P.M.** (2011). “Foodborne illness acquired in the United Statesmajor Pathogens”, **Emerging Infectious Diseases**, 17, 7–15.

Doi: [10.3201/eid1701.p11101](https://doi.org/10.3201/eid1701.p11101)

**Shubha Gopala, Subhendu K. Ottaa, Sanath Kumara, Indrani Karunasagara, Matsuaki Nishibuchib, Iddya Karunasagar** (2004). “The occurrence of *Vibrio* species in tropical shrimp culture environments; implications for food safety”, **Dialnet**, 102, 151– 159.

**Sing-Peng Heng, Vengadesh Letchumanan, Chuan-Yan Deng, Nurul-Syakima Ab Mutalib, Tahir M. Khan, Lay-Hong Chuah, Kok-Gan Chan, Bey-Hing Goh, Priyia Pusparajah and Learn-Han Lee** (2017). “*Vibrio vulnificus*: An Environmental and Clinical Burden”, **Frontiers in Microbiology**, 8.

<https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00997>

**S. J. CROWE, A. E. NEWTON, L. H. GOULD, M. B. PARSONS, S. STROIKA, C. A. BOPP, M. FREEMAN<sup>3</sup>, K. GREENE AND B. E. MAHON** (2016). “Vibriosis, not cholera: toxigenic *Vibrio cholerae* non-O1, non-O139 infections in the United States, 1984–2014”, **Epidemiology and Infection**, 144, 3335–3341.

Doi: [10.1017/S0950268816001783](https://doi.org/10.1017/S0950268816001783)

**Soumaya Katherine Lhafi, Michael Kühne** (2007). “Occurrence of *Vibrio* spp. in blue mussels (*Mytilus edulis*) from the German Wadden Sea”, **International Journal of Food Microbiology**, 116, 297–300.

Doi: [10.1016/j.ijfoodmicro.2007.01.007](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.01.007)

**Steven L. Percival, David W. Williams** (2014). “Chapter Twelve *Vibrio*”, **Microbiology of Waterborne Diseases**, 237-248.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-415846-7.00002-0>

**Tan Turk Hsern Malcolm, Yoke Kqueen Cheah, Che Wan Jasimah Wan Mohamed Radzi, Farihah Abu Kasim, Haresh Kumar Kantilal, Tang Yew Huat**

**John, Jaime Martinez-Urtaza, Yoshitsugu Nakaguchi, Mitsuaki Nishibuchi, Radu Son** (2014). “*Detection and quantification of pathogenic Vibrio parahaemolyticus in shellfish by using multiplex PCR and loop-mediated isothermal amplification assay*”, **Food Control**, 47, 664-671.

<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.08.010>

**Tao Lei, Fufeng Jianga, Min Hea, Jumei Zhanga, Haiyan Zenga, Moutong Chena, Rui Panga, Shi Wua, Lei Weia, Juan Wange, Yu Dingf, Qingping Wua** (2019). “*Prevalence, virulence, antimicrobial resistance, and molecular characterization of fluoroquinolone resistance of Vibrio parahaemolyticus from different types of food samples in China*”, **International Journal of Food Microbiology**, 317, 108461.

Doi: [10.1016/j.ijfoodmicro.2019.108461](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2019.108461)

**Tengfei Xie, Qingping Wu, Jumei Zhang, Xiaoke Xu, Jianheng Cheng** (2016). “*Comparison of Vibrio parahaemolyticus isolates from aquatic products and clinical by antibiotic susceptibility, virulence, and molecular characterization*”, **BMC Microbiology**, 71, 315-321.

Doi: [10.1186/s12866-016-0650-6](https://doi.org/10.1186/s12866-016-0650-6)

**Thomas Nguyen, Saadia Akhtar** (2018). “*Chapter 84 Gastroenteritis*”. Book: Rosen's Emergency Medicine: Concepts and Clinical Practice. <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/vibrio-parahaemolyticus>, Προσπέλαση 07/03/2022

**T. Ramamurthy, G.B. Nair** (2014). “*Chapter: Bacteria: Vibrio parahaemolyticus*”, **Encyclopedia of Food Safety**, 1, 565-563.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-378612-8.00118-9>

**V. Carraro, C. Sanna, V. Brandas, A. Sanna, A. Pinna, V. Coroneo** (2015). “*Hygiene and health risks associated with the consumption of edible lamellibranch molluscs*”, **International Journal of Food Microbiology**, 201 (2015) 52–57.

Doi: [10.1016/j.ijfoodmicro.2015.02.014](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.02.014)

**V. Saravanan, H. Sanath Kumar, Indrani Karunasagar, Iddya Karunasagar** (2007). “*Putative virulence genes of Vibrio cholerae from seafoods and the coastal environment of Southwest India*”, **International Journal of Food Microbiology**, 119 (2007), 329–333.

Doi: [10.1016/j.ijfoodmicro.2007.08.023](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.08.023)



**Warner, E. and Oliver, J.D.** (2008) “*Population structure of two genotypes of Vibrio vulnificus in oysters (Crassostrea virginica) and seawater*”, **Journal of Food and Science Technology**, 74, 80–85.

Doi: [10.1007/s13197-017-2522-y](https://doi.org/10.1007/s13197-017-2522-y)

**W.A. Miller, M.A. Miller, I.A. Gardner, E.R. Atwill, B.A. Byrne1, S. Jang, M. Harris, J. Ames, D. Jessup, D. Paradies, K. Worcester, A. Melli and P.A. Conrad** (2006). “*Salmonella spp., Vibrio spp., Clostridium perfringens, and Plesiomonas shigelloides in Marine and Freshwater Invertebrates from Coastal California Ecosystems*”, **Academia**, 52 (2016), 198–206.

**Wei-Ting Yu, Koa-Jen Jong, Yu-Ren Lin, Shing-en Tsai, Yao Hsien Tey , Hinchung Wong** (2012). “*Prevalence of Vibrio parahaemolyticus in oyster and clam culturing environments in Taiwan*”, **International Journal of Food Microbiology**, 160, 185–192.

Doi: [10.1016/j.ijfoodmicro.2012.11.002](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.11.002)

**Wenwei Liu, Xiaosheng Shen, Chengchu Liu1 & Yi-Cheng Su** (2009). “*Vibrio parahaemolyticus in granulated ark shell clam (Tegillarca granosas): accumulation from water and survival during cold storage and thermal process*”, **Institute of Food Science Technology**, 45, 670-675

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.02180.x>

**World Health Organization (WHO)** (2022). <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cholera> , Προσπέλαση: 01/03/2022

**YUNLE HUANG, VINAYAK GHATE, LESLIE PHUA, HYUN-GYUN YUK** (2012). “*Prevalence of Salmonella and Vibrio spp. in Seafood Products Sold in Singapore*”, **Journal of Food Protection**, 7, 1320–1323.

Doi: [10.4315/0362-028X.JFP-12-007](https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-12-007)

**YUTAKA YANO, MASAHITO YOKOYAMA, MASATAKA SATOMI, HIROSHI OIKAWA, SHUN-SHENG CHEN** (2004). “*Occurrence of Vibrio vulnificus in Fish and Shellfish Available from Markets in China*”, **Journal of Food Protection**, 67, 1617–1623.

Doi: [10.4315/0362-028x-67.8.1617](https://doi.org/10.4315/0362-028x-67.8.1617)

**Yutaka Yano, Kaoru Hamano, Masataka Satomi, Isao Tsutsui, Masatoshi Ban, Dusit Aue-umneoy** (2013). “*Prevalence and antimicrobial susceptibility of Vibrio species related to food safety isolated from shrimp cultured at inland ponds in Thailand*”, **Food Control**, 38, 30-36.

<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.09.019>

