

Οι μικροοργανισμοί της θάλασσας

Ο αόρατος κόσμος των βακτηρίων αποτελείται από μικροσκοπικούς μονοκύτταρους κυρίως οργανισμούς, μεγέθους μικρότερου των 5 μικρών. Οι οργανισμοί αυτοί, με σχήμα κόκκου, βακίλου ή και σπειρίλλιου, που συναντώνται παντού στη φύση, περιέχονται σε μεγάλους αριθμούς και στο θαλασσινό νερό. Οι περισσότεροι αποτελούν μέρος της φυσικής χλωρίδας του νερού (αυτόχθονοι), ενώ κάποιοι άλλοι καταλήγουν στη θάλασσα μέσω φυσικών φαινομένων (άνεμος, βρόχινες απορροές, διάβρωση ακτών) αλλά και μέσω ανθρώπινων δραστηριοτήτων (απόβλητα, αστικά λύματα) και χαρακτηρίζονται ως αλλόχθονοι οργανισμοί.

Η ύπαρξη των βακτηρίων στη θάλασσα ήταν γνωστή από πολλές δεκαετίες. Σημαντική όμως πρόοδος στη γνώση επιτεύχθηκε με τη χρήση φθορίζοντων ουσιών και απευθείας μέτρηση στο μικροσκόπιο, αποφεύγοντας την κλασική μέθοδο καλλιέργειας σε άγαρ. Σταθμός στη βιολογική ωκεανογραφία ήταν η εργασία του Romero (1974) και του Azam et al. (1983) που πρότειναν μία ριζική αναθεώρηση του μοντέλου της θαλάσσιας τροφικής αλυσίδας.

Τα βακτήρια δεν θεωρούνται μόνο αποικοδομητές της νεκρής ύλης αλλά και ως ζωτικός συνδετικός κρίκος της ζωής στη θάλασσα, μεταφέροντας και διοχετεύοντας ένα μεγάλο μέρος του άνθρακα, που διαφορετικά θα χανόταν, σε ανώτερα τροφικά επίπεδα. Έχουν την ικανότητα να χρησιμοποιούν ως τροφή διαλελυμένο οργανικό υλικό, στη συνέχεια αποτελούν τροφή για κάποιες κατηγορίες πλαγκτού (μαστιγωτά, βλεφαριδωτά) που και αυτό καταναλώνεται από ανώτερους οργανισμούς, φτάνοντας μέχρι τα ψάρια. Πρόκειται για τη θεωρία του μικροβιακού τροφικού πλέγματος, σύμφωνα με την οποία ο Azam το 1996 υπογράμμισε ότι 50% του άνθρακα στη θάλασσα ανακυκλώνεται μέσω των βακτηρίων, χωρίς την παρουσία των οποίων οι ωκεανοί πολύ γρήγορα θα μετατρέπονταν σε μία τεράστια έρημο. Το μικροβιακό τροφικό πλέγμα χαρακτηρίζει κυρίως θαλάσσια οικοσυστήματα με έλλειψη θρεπτικών (ολιγοτροφικά), όπως αυτό της Μεσογείου, όπου φαίνεται ότι η βακτηριακή βιομάζα ξεπερνά αυτήν του φυτοπλαγκτού, δηλαδή των πρωτογενών παραγωγών.

Όπως αρχικά όμως αναφέρθηκε, εμφανίζεται συχνά και ειδικότερα σε χαρακτηρισμένες ως ρυπασμένες περιοχές και ένας αριθμός αλλόχθονων βακτηρίων, που μπορεί να περιλαμβάνουν παθογόνους ή δυνητικά παθογόνους μικροοργανισμούς, οι οποίοι αν βρουν οδούς εισόδου και εγκατάστασης στο ανθρώπινο σώμα μπορούν να προκαλέσουν νόσο.

Οι λοιμώξεις αυτές του ανθρώπου αποτελούν τις λεγόμενες θαλασσογενείς λοιμώξεις, και ένας μεγάλος αριθμός κλινικών συμπτωμάτων που αφορούν τον γαστρεντερικό σωλήνα, τα μάτια, τα αυτιά, το δέρμα και τον ανώτερο αναπνευστικό σωλήνα συνδυάζονται με αυτές.

Τα βακτήρια που ενοχοποιούνται είναι συνήθως η *Salmonella*, το *Vibrio*, η *Aeromonas*, η *Pseudomonas* ο *Staphylococcus* καθώς και πλήθος άλλων (Efstratiou 2001), όπου η παρουσία μόνο μερικών δεκάδων η εκατοντάδων/ml στο νερό είναι αρκετή για να εκδηλώσουν την παθογόνο δράση τους. Μελέτες που άρχισαν από τη δεκαετία του 60 έδειξαν ότι ο αριθμός των λυματικών βακτηρίων που καταλήγουν στη θάλασσα μειώνεται πολύ γρήγορα με την πάροδο του χρόνου, όπου συνήθως λίγες ώρες αρκούν για την εξουδετέρωση του 90% του αρχικού πληθυσμού (Παπαετροπούλου και Μαυρίδου, 1995).

Παράγοντες που βοηθούν στην εξαφάνισή τους είναι φυσικοί (φυσική αραίωση, φως και θερμοκρασία), χημικοί (pH, αλατότητα και βασικά η έλλειψη απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων) καθώς και βιολογικοί (όπως ο ανταγωνισμός με τη χλωρίδα και πανίδα του θαλασσινού νερού, η λύση από ιούς και ίσως η επιλεκτική κατανάλωση από θαλάσσια πρωτόζωα). Όλοι αυτοί οι παράγοντες αποτελούν το δυναμικό αυτοκαθαρισμού ενός θαλάσσιου οικοσυστήματος. Αν όμως η δυνατότητα αυτοκαθαρισμού είναι μικρότερη του ρυθμού επιβάρυνσης με βακτήρια, τότε μιλάμε για μικροβιακή ρύπανση του νερού. Οι αλλόχθονοι αυτοί μικροοργανισμοί δεν φαίνεται να συμμετέχουν ενεργά στο θαλάσσιο τροφικό πλέγμα, καθώς οι συγκεντρώσεις τους στη θάλασσα διατηρούνται σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Θεωρούνται όμως σημαντικοί δείκτες για τον έλεγχο της ποιότητας του θαλασσινού νερού και την αξιολόγηση της καταλληλότητάς του, είτε πρόκειται για νερά κολύμβησης, είτε για την ανάπτυξη καλλιεργητικής δραστηριότητας υδρόβιων οργανισμών (π.χ. οστρακοκαλλιέργειες).

Τα παθογόνα βακτήρια που συναντάμε γενικότερα στη Μεσόγειο Θάλασσα και ειδικότερα στο Αιγαίο και τις Θάλασσές μας, είναι :

Σαλμονέλες (*S.typhi* , *S. paratyphi* και λοιπά είδη) , οι οποίες ευθύνονται για απλές γαστρεντερίτιδες μέχρι και τυφοειδή πυρετό, ευτυχώς όμως επιβιώνουν μικρό χρονικό διάστημα στο θαλασσινό νερό.

Δονάκια (*Vibriosis*) , όπως το *V. cholerae* (Δονάκιο της χολέρας), το *V.fluviatilis*, το *V. Metschnikovii* που προκαλεί γαστρεντερίτιδες, το *V. Parahaemolyticus* (παρααιμολυτικό δονάκιο) που προκαλεί πυρετό, το *V. Alginolyticus* που προκαλεί ωτίτιδες κλπ.

Σταφυλόκοκκοι χρυσίζοντες ή επιδερμικοί (*S. Aureus*, *S. Epidermidis*) οι οποίοι μπορεί να δημιουργήσουν ιδιαίτερα επώδυνες δερματικές λοιμώξεις , κολπίτιδες κλπ και εντοπίζονται κυρίως στην άμμο των πλάζ και τα ρηχά νερά.

Ψευδομονάδες με κυριότερη εκπρόσωπο της *Pseudomonas aeruginosa* η οποία είναι δυνητικά παθογόνο κοπρανώδους προέλευσης μικρόβιο και που λόγω των χαμηλών διατροφικών της απαιτήσεων, ζει επί μακρόν χρονικό διάστημα στο χρώμα, στα στάσιμα νερά κλπ, και μεταφέρεται στο θαλασσινό νερό, είτε με απ' ευθείας απόρριψη ανεπεξέργαστων λυμάτων σε αυτό, είτε μετά από κάθε βροχή, μέσω των εδαφικών απορροών. Η ψευδομονάδα αυτή μπορεί να προκαλέσει ωτίτιδες, δερματίτιδες κλπ, που μπορεί να εξελιχθούν αν δεν αντιμετωπιστούν έγκαιρα, σε σοβαρές λοιμώξεις του οργανισμού.

Clostridium perfringens, που προέρχεται από τα αστικά λύματα και δύσκολα ανιχνεύεται στο θαλασσινό νερό.

Καμυλοβακτηρίδια, όπως το *C. jejuni* ή το *C. Coli* που προκαλούν διάρροια και πυρετό, ή το *C. Faecalis* που προέρχεται από βαθρολύματα και εμφανίζεται στα παράκτια νερά σε μεγάλους πληθυσμούς τους καλοκαιρινούς μήνες.

Yersinia enterocolitis που προκαλεί σοβαρές γαστρεντερίτιδες

Aeromonas hydrophila, που προκαλεί διάρροια, σηψαιμία, πνευμονία κ.α.

Εντεροπαθογόνα στελέχη E. Coli, που προκαλούν γαστρίτιδες , πυρετούς, κολπίτιδες κλπ

Στρεπτόκοκκοι της ομάδας D, που είναι κοπρικής προέλευσης και αποτελούν ευρέως αναγνωρισμένο αιτιολογικό παράγοντα λοιμώξεων στον άνθρωπο. Οι συνηθέστερες από αυτές είναι λοιμώξεις του ουροποιητικού (ουρολοιμώξεις) οι οποίες μπορεί να εξελιχθούν σε σοβαρές σε βαριές λοιμώξεις και δη σε ουδετεροπενικούς και ανοσοκατασταλμένους ασθενείς.

Εκτός όμως από τα βακτήρια, στο θαλασσινό νερό υπάρχουν ιοί και μικροοργανισμοί (μύκητες, παράσιτα κλπ), τοξίνες κλπ, που μπορεί επίσης να προκαλέσουν σοβαρές ασθένειες.

Ιοί, περισσότεροι από 120 διαφορετικούς τύπους μπορούμε να συναντήσουμε σε μολυσμένα θαλασσινά νερά, όπως Hepatitis, Norwalk, coxsackie, astroviruses κλπ

Μύκητες. Οι πιο συχνά απαντώμενοι κυρίως στην άμμο των ακτών είναι οι *Candida albicans*. Άλλα είδη ευκαιριακά παθογόνα είναι οι *penicillium*, *aspergillus* και *cladosporium*. Οι δύο τελευταίοι περιλαμβάνουν και παθογόνα είδη όπως τα *mucoor*, *fusarium* και *rizopus* που απαντούν στο θαλασσινό νερό. Ειδικά ο *fusarium* είναι τοξικογενής και αποτελεί ένα από τα κύρια αίτια ερεθισμού των ματιών.

Παράσιτα. Η παρουσία ζωικών παρασίτων είναι συχνή στο θαλασσινό περιβάλλον. Τα αυγά των παρασίτων όπως των νηματοειδών σκωλήκων *ascaris*, *toxoplasma*, *oxyuris* και *trichurus*, αποβάλλονται με τα κόπρανα και επιβιώνουν για πολλούς μήνες στο θαλασσινό περιβάλλον.

Τοξίνες αλγών. Προέρχονται από την «άνθιση» των αλγών (υπέρμετρη ανάπτυξη πλαγκτόν) και κυρίως από την κατηγορία των δινομαστιγιωτών. Οι τοξίνες αυτές μπορεί να είναι διαρροϊκές (DSP) που προέρχονται από τα είδη *Dinophysis*, παραλυτικές (PSP) όπως η σαξιτοξίνη που προέρχεται από τα δινομαστιγιωτά *Gonyaulax farnacensis*, *Gymnodinium catenatum* κ.α., ή νευροτοξικές (NSP) που προέρχονται από το *Gymnodinium breve*.

Δείκτες μόλυνσης νερών

Ο μεγάλος αριθμός των παθογόνων μικροοργανισμών, και η πολυπλοκότητα του προσδιορισμού τους που απαιτεί διαφορετικές μεθόδους ανάλυσης για καθένα ξεχωριστά, πολλές από τις οποίες είναι εξαιρετικά ακριβές ή/και χρονοβόρες (λ.χ. η διαδικασία αναζήτησης και ταυτοποίησης ενός ιού μπορεί να διαρκέσει και 30 ημέρες), απαιτούν πολύπλοκο εργαστηριακό εξοπλισμό και εξειδικευμένο προσωπικό που ελάχιστα εργαστήρια διαθέτουν, και πέραν του γεγονότος ότι για πολλούς μικροοργανισμούς δεν υπάρχει ασφαλής μέθοδος προσδιορισμού, καθιστούν πρακτικά αδύνατο και αναποτελεσματικό την απ' ευθείας αναζήτηση, ταυτοποίηση και καταμέτρηση του κάθε ενός παθογόνου μικροοργανισμού ξεχωριστά.

Για το λόγο αυτό προκειμένου να αποφανθούμε αν τα νερά έχουν παθογόνους μικροοργανισμούς χρησιμοποιούμε κάποιους μικροοργανισμούς – δείκτες που μπορούν να προσδιοριστούν γρήγορα, με απλά και φτηνά σχετικά μέσα, από πολλά εργαστήρια που έχουν αυτή τη δυνατότητα. Οι δείκτες αυτοί έχουν κοινή προέλευση με τα παθογόνα, δηλαδή προέρχονται από την ίδια εστία, και αποτελούν αναγκαία συνθήκη για την παρουσία των παθογόνων (όχι όμως και ικανή). Η απουσία λοιπόν ή η παρουσία μέχρι ενός αριθμού αυτών των δικτών μας διασφαλίζει κατά ένα μεγάλο βαθμό βεβαιότητας από την παρουσία παθογόνων. Αντίθετα η παρουσία δεικτών δεν δηλώνει απαραίτητα την παρουσία παθογόνων αλλά μεγάλη πιθανότητα να υπάρχουν, πιθανότητα η οποία είναι συνάρτηση του αριθμού των μικροβιακών δεικτών και του είδους τους.

Τέτοιοι δείκτες που χρησιμοποιούνται στην μικροβιολογία του θαλασσινού νερού και συγκεκριμένα στον έλεγχο της καταλληλότητάς του για κολύμβηση, σύμφωνα με την νέα κοινοτική οδηγία 2006/7/EE, είναι :

E.coli

Ανήκει στα κολοβακτηριοειδή, συνεπώς είναι μέλος της οικογένειας των Εντεροβακτηριδίων και θεωρείται ο βασικός δείκτης κοπρανώδους μόλυνσης, του νερού. Η *E.coli* αποτελεί μόνιμο ξενιστή του εντέρου των ανθρώπων και των θερμόαιμων ζώων, όπου μπορεί να υπάρχει σε μεγάλους αριθμούς (μέχρι και 10^9 /gr κοπράνων) και μπορεί να αντιπροσωπεύει το 95% των Εντεροβακτηριδίων που ανευρίσκονται στα κόπρανα. Τα χαρακτηριστικά επιβίωσης και η ευαισθησία της στα απολυμαντικά είναι όμοια με εκείνα πολλών παθογόνων μικροβίων,

ιδιαίτερα δε με την Σαλμονέλα και την Σιγκέλλα. Λόγω των ιδιοτήτων αυτών, η E.coli είναι ο καλλίτερος βιολογικός δείκτης κοπρανώδους μόλυνσης του νερού. Η απομόνωση της από δείγματα νερού, αποδεικνύει πέρα από κάθε αμφιβολία την πρόσμιξη του νερού με περιττωματικές ουσίες, **υποδηλώνοντας ότι και οποιοσδήποτε άλλος μικροοργανισμός που τυχόν βρίσκεται στο έντερο των ανθρώπων και των ζώων μπορεί να εισχωρήσει στο νερό και κατ' επέκταση και παθογόνοι μικροοργανισμοί, επισημαίνοντας τους δυνητικούς κινδύνους μετάδοσης λοιμωδών νοσημάτων.**

Εντερόκοκκοι: Ανήκουν στην οικογένεια των Στρεπτοκόκκων, στην ομάδα των D κατά Lancefield. Αποτελούνται από διάφορα είδη που υπάρχουν στα κόπρανα ανθρώπων και θερμόαιμων ζώων. Στα κόπρανα ανθρώπων οι εντερόκοκκοι σπανίως υπερβαίνουν τους 10^6 /gr, ενώ στα κόπρανα των ζώων υπάρχουν σε μεγαλύτερο αριθμό από την E.coli. Σπανίως πολλαπλασιάζονται στο νερό και παρουσιάζουν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στα περιβαλλοντικά stress από την E.coli. Η παρουσία τους αποτελεί απόδειξη μόλυνσης του ύδατος με περιττωματικές ουσίες και δη παλαιότερης μόλυνσης. Ο κύριος λόγος αναζήτησης τους είναι η εκτίμηση της σημασίας της παρουσίας Ολικών Κωλοβακτηριοειδών επί απουσίας E.coli καθώς και η παροχή συμπληρωματικών πληροφοριών για την εκτίμηση της έκτασης πιθανής κοπρανώδους μόλυνσης.

Ο χαρακτηρισμός της ποιότητας του νερού κλιμακώνεται από εξαιρετικό έως επαρκές για κολύμβηση, ανάλογα με τον αριθμό των καταμετρούμενων μικροβιακών δεικτών ανα 100 ml νερού και την συχνότητα (ποσοστό των δειγμάτων) σε όλη τη διάρκεια της κολυμβητικής περιόδου, που πληρούν τις απαιτήσεις της αντιστοίχου κατηγορίας.

**ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΩΝ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗΣ
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΝΕΑ ΟΔΗΓΙΑ 2006/7/ΕΕ**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΝΕΡΟΥ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΩΝ		
	ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΗ	ΚΑΛΗ	ΕΠΑΡΚΗΣ
			
Ολικά κολοβακτηριοειδή ανα 100ml	-	-	-
Κολοβακτηρίδια (E.Coli) ανα 100ml	250(*)	500(*)	500(**)
Εντερόκοκκοι ανα 100ml	100(*)	200(*)	185(**)

(*) το 95% των δειγμάτων.

(**) το 90% των δειγμάτων.

Ωστόσο, η ποιότητα των νερών κολύμβησης μέχρι και φέτος σε όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ και στην χώρα μας, αξιολογείται σύμφωνα με την παλιά οδηγία 76/160/ΕΟΚ, η οποία χρησιμοποιεί ανάλογους δείκτες, όπως τα ολικά κολοβακτηριοειδή (δεν χρησιμοποιούνται πλέον στην νέα οδηγία), τα κοπρικά κολοβακτηρίδια, αντι των E.Coli και τους κοπρανώδεις στρεπτόκοκκους αντί των εντεροκόκκων που χρησιμοποιούνται στη νέα οδηγία.