

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ



**«Μικροβιολογικά κριτήρια και έλεγχος μικροβιακής ποιότητας
εμφιαλωμένου νερού»**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΑΠΑΝΤΩΝΙΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ



ΚΑΛΑΜΑΤΑ

2011

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

**«Μικροβιολογικά κριτήρια και έλεγχος μικροβιακής ποιότητας
εμφιαλωμένου νερού»**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΑΠΑΝΤΩΝΙΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ

2011

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την εκπόνηση της πτυχιακής μου μελέτης συνέβαλλαν κάποιοι άνθρωποι που χωρίς την βοήθειά τους ίσως να μην είχα καταφέρει να ολοκληρώσω την πτυχιακή μου. Έτσι λοιπόν θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συνεργάτες μου στο εργαστήριο ποιοτικού ελέγχου της εταιρείας **Natouza Bottling S.A.** και ιδιαίτερα την χημικό μηχανικό κ. Κούτρα Μαίρη που με εκπαίδευσε αρχικά στην εταιρεία σε χημικές και μικροβιολογικές αναλύσεις για το νερό αλλά και για την όλη υποστήριξή της, τεχνική και ηθική καθ' όλη τη διάρκεια της πτυχιακής μου εργασίας. Η προθυμία και η υπομονή που έδειξε ήταν ιδιαίτερα πολύτιμη για μένα.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την κ. Μαρίνα Παπαδέλλη επιβλέπουσα καθηγήτρια της πτυχιακής μου μελέτης η οποία αποτέλεσε πολύτιμο συνεργάτη κατά τη διάρκεια της συγγραφής και διόρθωσης της παρούσας εργασίας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την οικογένειά μου και τους φίλους μου για την πολύτιμη βοήθεια και στήριξή τους.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	7
ΣΚΟΠΟΣ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ	9
1.1. Γενικά για το νερό και τη σημασία του για τον άνθρωπο.....	9
1.2. Ο βιολογικός ρόλος του νερού και η σημασία του για τον άνθρωπο.....	10
1.3. Η ανάγκη ύπαρξης «καθαρού νερού» και οι συνέπειες από την έλλειψή του. ...	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΝΕΡΟ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (ΠΟΣΙΜΟ)	14
2.1. Περί ποιότητας νερού ανθρώπινης κατανάλωσης.....	14
2.2. Η διαδικασία παραγωγής του πόσιμου νερού.	14
2.3. Ποιοτικές παράμετροι για το πόσιμο νερό.	15
2.3.1 Οργανοληπτικές παράμετροι.	16
2.3.2 Φυσικοχημικές παράμετροι.....	17
2.3.3 Ανεπιθύμητες ουσίες.	19
2.3.4 Τοξικές ουσίες.	22
2.3.5 Μικροβιολογικές παράμετροι πόσιμου νερού.....	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΤΟ ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΟ ΝΕΡΟ	25
3.1. Γενικά περί εμφιαλωμένου νερού.	25
3.2. Πηγές επιμόλυνσης του εμφιαλωμένου νερού.	26
3.3. Περί κατανάλωσης εμφιαλωμένου νερού.	28
3.4. Απαιτήσεις για την κωδικοποίηση και την ανιχνευσιμότητα των εμφιαλωμένων νερών.	30
3.5. Υποχρεωτικές ενδείξεις στην ελληνική γλώσσα.....	30
3.5.1. Απαγορευτικές ενδείξεις.....	31
3.6. Κατηγορίες εμφιαλωμένου νερού και οι εμπορικές ονομασίες τους.	32
3.6.1. Το επιτραπέζιο νερό (εμφιαλωμένο πόσιμο).....	32
3.6.2. Το φυσικό μεταλλικό νερό.	33
3.6.3. Το νερό πηγής.....	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Η ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ	38
4.1. Γενικά περί μικροοργανισμών.....	38

4.2.	Μικροβιολογία του εμφιαλωμένου νερού.....	38
4.3.	Μέθοδοι μικροβιολογικής εξέτασης εμφιαλωμένου νερού.....	40
4.4.	Μικροοργανισμοί εμφιαλωμένου μεταλλικού ή επιτραπέζιου νερού.....	42
4.4.1.	Ανίχνευση και καταμέτρηση Πυοκυανικής Ψευδομονάδας.....	46
4.4.2.	Ανίχνευση και καταμέτρηση ολικού αριθμού κολοβακτηριοειδών (Total Coliforms).....	48
4.4.3.	Ανίχνευση και καταμέτρηση των κολοβακτηριοειδών κοπρανώδους προέλευσης (Fecal Coliforms).....	50
4.4.4.	Ανίχνευση και αρίθμηση κοπρανωδών (fecal) στρεπτόκοκκων με τη μέθοδο διήθησης από μεμβράνη.....	51
4.4.5.	Ανίχνευση και καταμέτρηση ολικής μεσόφιλης χλωρίδας (OMX).....	52
4.4.6.	Ανίχνευση σπορογόνων θειοαναγωγικών βακτηρίων ή κλωστηρίδιων (Sulfite Reducing Clostridia).....	53
4.5.	Ημερήσιος έλεγχος γεύσης και οσμής του νερού.....	55
4.6.	Έλεγχοι για την αξιοπιστία του μικροβιολογικού εργαστηρίου.....	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Η ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ		57
5.1.	Η απολύμανση του νερού και η χρησιμότητά της.....	57
5.2.	Συνθήκες απολύμανσης.....	57
5.3.	Τρόποι απολύμανσης του νερού.....	58
5.4.	Καθαρισμός χώρων εξοπλισμού παραγωγής εμφιαλωμένου νερού.....	59
5.4.1.	Απολύμανση με επανακυκλοφορία απολυμαντικού διαλύματος.....	60
5.4.2.	Απολύμανση με επανακυκλοφορία νερού θερμοκρασίας 90 °C.....	61
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ		62
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		64

Πλούταρχος : "Περί του πότερον ύδωρ ή πυρ χρησιμότερο"

Άραγε λοιπόν δεν είναι χρησιμότερο εκείνο που πάντοτε και συνεχώς και πάρα πολύ χρειαζόμαστε, σα να ήταν εργαλείο και όργανο και μα το Δία ναι και φίλος παρών πρόθυμος για κάθε στιγμή και περίσταση;

.....του νερού ανάγκη έχουν και το χειμώνα και το καλοκαίρι και τη νύχτα και την ημέρα και οι άρρωστοι και οι υγείς : και δεν υπάρχει κανείς άνθρωπος που να μη το χρειάζεται κάποτε και χωρίς φωτιά πολλές φορές έζησε ο άνθρωπος, χωρίς νερό όμως ποτέ. Κι ακόμη χρησιμότερο είναι αυτό που υπάρχει από την αρχή και πρώτη δημιουργία του ανθρώπου, συγκριτικά με αυτό που βρέθηκε μετά. Γιατί είναι φανερό, πως το πραγματικά αναγκαίο το έδωσε η φύσηγια το νερό λοιπόν δεν υπάρχει εποχή που να λένε πως υπήρχε στους ανθρώπους, ούτε ονομάζεται κανείς θεός ή ήρωας ευρέτης του.

Αρχαία ελληνική Γραμματεία- Φιλόσοφοι- Ηθικά 25-Πλούταρχος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το νερό είναι ένα αγαθό πολύτιμο για τον άνθρωπο. Η απώλεια νερού σημαίνει ταυτόχρονα και απώλεια ζωής, ενώ η κατανάλωση νερού από μη ασφαλείς πηγές υδροληψίας συνεπάγεται συχνά και την πρόκληση ασθενειών. Άλλωστε δεν είναι και λίγα τα παραδείγματα παγκοσμίως όπου είχαμε απώλεια ανθρώπινης ζωής από κατανάλωση μολυσμένου νερού, ιδιαίτερα σε χώρες του λεγόμενου τρίτου κόσμου.

Η ασφάλεια των τροφίμων είναι ιδιαίτερης σημασίας για το καταναλωτικό κοινό. Το πόσιμο νερό, είτε είναι εμφιαλωμένο είτε τρεχούμενο, υπόκειται και αυτό στη μεγάλη κατηγορία των τροφίμων, αν και οι κανονισμοί για την ποιότητά του καθορίζονται από διαφορετικές υπηρεσίες σε σχέση με αυτές που είναι υπεύθυνες για τον έλεγχο στις βιομηχανίες τροφίμων. Η επεξεργασία του νερού για την παραγωγή εμφιαλωμένου νερού διαφέρει ανάλογα με τα χαρακτηριστικά που έχει το νερό ως πρώτη ύλη. Ενδέχεται μια πηγή να δίνει πιο θολό νερό από κάποια άλλη ή να δίνει νερό πλούσιο σε κάποια ουσία π.χ. Μαγνήσιο ή ακόμα και ακατάλληλο νερό για ανθρώπινη κατανάλωση. Για τον λόγο αυτό είναι σημαντικό να γνωρίσουμε τους δείκτες ποιότητας των εμφιαλωμένων νερών και να γνωρίσουμε τις κατηγορίες τους σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά που διέπουν την καθεμιά από αυτές. Άλλωστε δεν είναι λίγοι οι καταναλωτές που δεν μπορούν να διακρίνουν την διαφορά ανάμεσα σε ένα μεταλλικό νερό και σε ένα επιτραπέζιο.

Επίσης είναι πολύ σημαντικό να δούμε κάποια βασικά στοιχεία της μικροβιολογίας που αφορούν το εμφιαλωμένο νερό και σχετίζονται άμεσα με την υγεία των καταναλωτών. Συγκεκριμένα θα αναφερθούμε στις κατηγορίες των μικροοργανισμών που αφορούν το εμφιαλωμένο νερό και πώς αυτοί το επηρεάζουν, ενώ θα μελετήσουμε και τον τρόπο που διεξάγεται η μικροβιολογική ανάλυση του.

Τέλος θα δούμε πόσο σημαντική είναι η διαδικασία της απολύμανσης του νερού στη διασφάλιση της ποιότητας του ως πόσιμο, είτε πρόκειται για εμφιαλωμένο είτε όχι. Κύρια διαδικασία απολύμανσης είναι αυτή με τη χρήση όζοντος, η οποία είναι η πιο διαδεδομένη και αποτελεσματική μέθοδος προκειμένου να διασφαλίζεται μια σταθερή ποιότητα στο εμφιαλωμένο νερό και κυρίως στο επιτραπέζιο. Είναι μια μέθοδος με άριστα αποτελέσματα αλλά με υψηλό κόστος και για τον λόγο αυτό δεν εφαρμόζεται στην επεξεργασία του πόσιμου νερού ύδρευσης που συγκεντρώνεται σε ταμιευτήρες. Σε μεγάλο όγκο νερού εφαρμόζεται η γνωστή σε όλους χλωρίωση του νερού προκειμένου αυτό να καταστεί πόσιμο.

ΣΚΟΠΟΣ

Η εργασία αυτή έχει ως σκοπό να κατανοήσει ο αναγνώστης την έννοια του νερού, την πολύτιμη αξία του ως αγαθό, τις ιδιαιτερότητές του, τον τρόπο επεξεργασίας του και να εμπλουτίσει τις γνώσεις του σχετικά με την μικροβιολογία του εμφιαλωμένου νερού και την απολύμανση αυτού, πριν το προϊόν φτάσει στον καταναλωτή.

Το νερό είναι πράγματι πολύτιμο αγαθό το οποίο δυστυχώς κάποιοι λαοί στερούνται με συνέπεια την ασθένεια πολλών ανθρώπων αλλά ακόμα και την απώλεια της ζωής ιδιαίτερα σε μικρές ηλικίες. Δεν αρκεί μόνο να παρέχεται σε κάποιον νερό, αλλά απαραίτητη προϋπόθεση είναι να είναι κατάλληλο για πόση και να μην κινδυνεύει ο καταναλωτής είτε βραχυπρόθεσμα είτε μακροπρόθεσμα από την πρόκληση κάποιας βλάβης στην υγεία του.

Στο εμπόριο κυκλοφορούν τρεις κατηγορίες εμφιαλωμένου νερού, το πόσιμο, το επιτραπέζιο και το μεταλλικό. Ο καταναλωτής δυσκολεύεται να εντοπίσει τις διαφορές που έχει η μια με την άλλη και σε αυτό το σημείο θα εστιάσουμε προκειμένου να αποσαφηνιστεί η κάθε εμπορική ονομασία χωριστά. Επίσης είναι σημαντικό να γνωρίζει κανείς τι αναγράφεται στην ετικέτα μιας συσκευασίας εμφιαλωμένου νερού ούτως ώστε να είναι σε θέση να αντιληφθεί τυχόν σκόπιμα αναρτημένες παραπλανητικές πληροφορίες που αφορούν το νερό, όπως η ιδιότητα «θεραπευτικό νερό» που είναι κατ' ουσία παραπλανητική.

Θα γίνει αναφορά σε ότι προβλέπει η νομοθεσία περί εμφιαλωμένου νερού από μικροβιολογικής και χημικής άποψης. Σε πίνακες θα δούμε τα ανώτατα όρια για τα βακτήρια που αφορούν το εμφιαλωμένο νερό ενώ θα αναφερθούμε σε κάποιες χημικές ενώσεις προσδιορίζοντας κάποια χαρακτηριστικά τους. Θα γίνει επίσης αναφορά στις μικροβιολογικές μεθόδους ανάλυσης του νερού όπως αυτές ορίζονται από την νομοθεσία.

Τέλος, θα γίνει αναφορά στην απολύμανση και στον ρόλο που αυτή διαδραματίζει στην ποιότητα του τελικού προϊόντος, στη δυνατότητα συντήρησής του και στην διάρκεια ζωής του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ

1.1. Γενικά για το νερό και τη σημασία του για τον άνθρωπο.

Το νερό είναι η περισσότερο διαδεδομένη χημική ένωση που είναι απαραίτητη σε όλες τις γνωστές μορφές ζωής στον πλανήτη μας. Οι άνθρωποι και τα ζώα έχουν στο σώμα τους νερό σε ποσοστό 60-70%. Το νερό αποτελείται από υδρογόνο (H) και οξυγόνο (O). Το όνομα νερό προέρχεται από τη βυζαντινή φράση *νεαρόν ύδωρ* το οποίο σήμαινε τρεχούμενο νερό (που μόλις βγήκε από την πηγή), η οποία με τη σειρά της προέρχεται από την αρχαία ελληνική (και την καθαρεύουσα) φράση *νήρον ύδωρ* για το νερό.

Το νερό μέχρι το 18^ο αιώνα θεωρούνταν ως στοιχείο. Πρώτος ο πατέρας της νεότερης χημείας Λαβουαζιέ απέδειξε ότι είναι ένωση του υδρογόνου και του οξυγόνου. Κάθε μόριο νερού περιέχει δύο άτομα υδρογόνου και ένα άτομο οξυγόνου.

Ο Θαλής ο Μιλήσιος τόνισε τον ουσιώδη ρόλο του νερού ως αρχή δημιουργίας του κόσμου, αλλά και γενικότερα κατά τους προσωκρατικούς φιλόσοφους το νερό ήταν συνυφασμένο με τη ζωή. Πραγματικά, ενώ υπάρχουν μορφές ζωής που δεν έχουν ανάγκη το οξυγόνο για να ζήσουν, δεν υπάρχουν οργανισμοί που μπορούν να ζήσουν χωρίς νερό. Για παράδειγμα, ο άνθρωπος μπορεί να επιβιώσει πολλές εβδομάδες χωρίς να τρέφεται χάρη στα αποθέματα του οργανισμού του, δεν αντέχει όμως πάνω από τρεις ημέρες χωρίς νερό.

Το νερό αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την ανάπτυξη, την υγιεινή διαβίωση, την ίδια τη ζωή. Όμως, αυτή η πηγή ζωής αποτελεί πλέον είδος σε ανεπάρκεια. Είναι προφανές ότι τα διαθέσιμα αποθέματα του «καθαρού νερού» είναι ελάχιστα και πρέπει να διαφυλαχτούν ως κόρη οφθαλμού. Η πρόσβαση σε ασφαλείς πηγές πόσιμου νερού είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας για την υγεία όλων. Οι αλλαγές στη χημική σύνθεση των πηγών νερού λόγω των φυσικών υδρογεωλογικών διαδικασιών, της γρήγορης πληθυσμιακής αύξησης, της βιομηχανικής ανάπτυξης και της εκτεταμένης αγροτικής παραγωγής έχουν επηρεάσει τη φυσική ισορροπία των υδάτινων πηγών, ενώ η έκθεση του ανθρώπου στους παθογόνους και μη παθογόνους μικροοργανισμούς, μέσω ακατάλληλων πηγών νερού έχει προκαλέσει μεγάλη ανησυχία ανά τον κόσμο. Από το 1992, η 22^η Μαρτίου κάθε έτους έχει καθιερωθεί από τη Γενική Συνέλευση του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών, ως παγκόσμια ημέρα για το νερό.

1.2. Ο βιολογικός ρόλος του νερού και η σημασία του για τον άνθρωπο.

Το νερό ως βιολογικό μόριο παίζει καθοριστικό ρόλο στη δομή και το μεταβολισμό όλων των ζωντανών οργανισμών. Στα φυτά, αποτελεί το απόθεμα από όπου το φυτό αντλεί το υδρογόνο για να πραγματοποιήσει τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Περίπου το 70% του βάρους των οργανισμών αποτελείται από νερό. Στον άνθρωπο, περίπου το 60% των ερυθρών αιμοσφαιρίων και το 92% του πλάσματος του αίματος είναι νερό. Πολύ συχνά το νερό στους περισσότερους ιστούς ξεπερνά το μισό ή ακόμη και τα τρία τέταρτα των συστατικών τους. Οι μόνες εξαιρέσεις είναι ιστοί που αποτελούν το τρίχωμα, τα νύχια και το στερεό μέρος των οστών. Εκτός του ότι συμμετέχει με μεγάλο ποσοστό στη σύσταση των οργανισμών, είναι και σημαντικό μέσο βιολογικής δραστηριότητας. Πιο συγκεκριμένα, το νερό αποτελεί το κύριο μέσο για τη μεταφορά των θρεπτικών ουσιών στα κύτταρα και τα όργανα του σώματος, αλλά και το μέσο απομάκρυνσης των τοξικών και άχρηστων ουσιών. Χωρίς νερό, τα νεφρά δεν μπορούν να επιτελέσουν το έργο τους. Η παρουσία του νερού στους ιστούς του σώματος συμβάλλει στην αποφυγή των κραδασμών, γιατί προσθέτει ευελιξία στους μύες και στις αρθρώσεις κι ακόμη προστατεύει ευαίσθητες περιοχές του σώματος, όπως το μυαλό, τα μάτια και τη σπονδυλική στήλη. Μια εξίσου σημαντική λειτουργία του νερού είναι η λειτουργία του ως αγωγού για τη ρύθμιση της κατάλληλης θερμοκρασίας στον ανθρώπινο οργανισμό.

Το νερό αποτελεί μια από τις κυριότερες πηγές τροφοδοσίας του ανθρώπινου οργανισμού σε ανόργανα άλατα, τα οποία είναι απαραίτητα για τη καλή λειτουργία του, ενώ η έλλειψη τους δημιουργεί πολλές επιπλοκές. Η έλλειψη νερού μπορεί να προκαλέσει αφυδάτωση ή άλλες ασθένειες, όπως για παράδειγμα σοβαρές βλάβες οργάνων, που ευθύνονται για την πρόκληση ακόμα και θανάτου (Rosemann 2006).

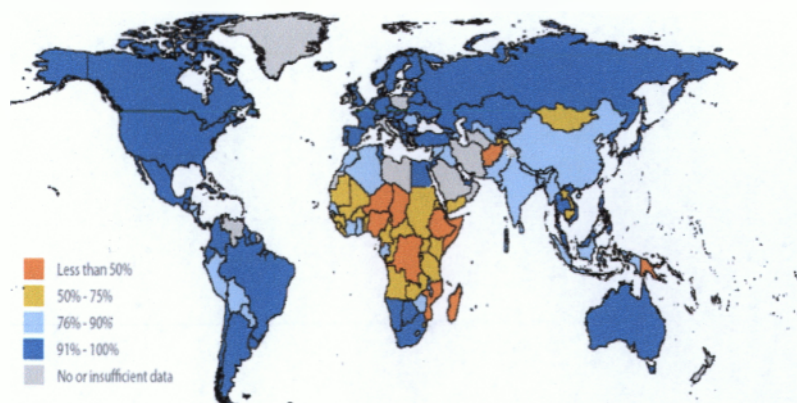
1.3. Η ανάγκη ύπαρξης «καθαρού νερού» και οι συνέπειες από την έλλειψή του.

Τα τελευταία 100 χρόνια η βίαιη παρέμβαση του ανθρώπου, τόσο στη δυναμική ισορροπία της ζωής, όσο και σε κάθε μορφή περιβαλλοντικής ισορροπίας, έχει πάρει ανησυχητικές διαστάσεις. Η ισορροπία στη φύση διαταράχθηκε, η ιστορική κληρονομιά αγνοήθηκε και παραμερίστηκε προς όφελος της υλικής ευζωίας, του καταναλωτισμού και του μοντερνισμού, οι πολιτισμικές και κοινωνικές αξίες στερούνται κάθε ανθρωπιστικής διάστασης (Μήτρακας 1996).

Η χώρα μας, όπως και ολόκληρος ο πλανήτης, βρίσκεται τα τελευταία χρόνια αντιμέτωπη με το μεγάλο αυτό οικολογικό πρόβλημα της απειλούμενης λειψυδρίας. Το πρόβλημα αυτό οφείλεται σε μια σειρά από αίτια όπως η έλλειψη σχεδιασμού, η κακή διαχείριση των υδάτινων αποθεμάτων, η καταστροφή των δασών, η περιφρόνηση των φυσικών νόμων που διέπουν τον υδρολογικό κύκλο, η μείωση των βροχοπτώσεων λόγω των κλιματικών αλλαγών και άλλων διάφορων αιτιών (Greenpeace 2005).

Σήμερα, σύμφωνα με στοιχεία της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας και της UNICEF, περισσότερο από 1.1 δισεκατομμύριο άνθρωποι δεν έχουν καμιά πρόσβαση σε καθαρό πόσιμο νερό. Επί πλέον, το 80% του πληθυσμού των αναπτυσσόμενων χωρών υποφέρει από ασθένειες που συνδέονται με το νερό. Οι άνθρωποι που στερούνται πρόσβασης σε βελτιωμένες εγκαταστάσεις υγιεινής υπολογίζονται σε 2.6 δισεκατομμύρια. Υπολογίζεται ότι 2.4 δισεκατομμύρια άνθρωποι πάσχουν από ασθένειες που σχετίζονται με μολυσμένα νερά. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO) και η UNICEF υπολογίζουν ότι 3.900 παιδιά πεθαίνουν καθημερινά από ασθένειες που οφείλονται σε μολυσμένο νερό. Υπό αυτών των συνθηκών υπολογίζεται ότι περίπου μέχρι το 2025 από έναν συνολικό πληθυσμό 8.5 δισεκατομμύρια, περίπου 3 δισεκατομμύρια των ανθρώπων θα υποφέρουν από την έλλειψη νερού (Rosemann 2006).

Έχει υπολογιστεί πως ένας άνθρωπος χρειάζεται περίπου 20-50 λίτρα καθαρού νερού κάθε μέρα. Στο χάρτη της **Εικόνας 1** παρουσιάζεται το επίπεδο κάλυψης των αναγκών σε πόσιμο νερό των χωρών του πλανήτη. Είναι φανερό ότι οι χώρες της υποσαχάριας Αφρικής καθώς και μερικές ασιατικές χώρες (όπως το Αφγανιστάν, η Μογγολία, η Παπούα Νέα Γουινέα κ.ά.) μαστίζονται από την έλλειψη πόσιμου νερού, καθώς το επίπεδο κάλυψης των αναγκών σε ορισμένες περιπτώσεις είναι χαμηλότερο και του 50%



Εικόνα 1. Παγκόσμιος χάρτης που παρουσιάζει το επίπεδο κάλυψης των αναγκών σε πόσιμο νερό των χωρών του πλανήτη το έτος 2006. Πηγή: UNICEF/WHO 2008

Πίνακας 1. Η κατανάλωση νερού σε διάφορες χώρες του πλανήτη το 2000 – Κατανομή ανά τομέα χρήσης

Χώρα	Πληθυσμός*	Συνολική κατανάλωση νερού (σε 10 ⁶ m ³)	Κατανάλωση ανά άτομο (m ³ / άτομο)	Ποσοστό οικιακής χρήσης (%)	Ποσοστό γεωργικής χρήσης (%)	Ποσοστό βιομηχανικής χρήσης (%) **
Ελλάδα	11.048.000	7.760	702	16,4	80,5	3,22
Γερμανία	82.507.000	47.000	570	12,3	19,8	67,9
Ην. Βασίλειο	59.305.000	9.540	161	21,7	2,94	75,4
Ιταλία	57.880.000	44.400	767	18,2	45,1	36,7
Πολωνία	38.612.000	16.200	420	13	8,33	78,7
Κένια	32.040.000	1.580	49	29,7	63,9	6,33
Καμερούν	15.455.000	990	64	18,2	73,7	8,08
Ινδία	1.054.373.000	646.000	613	8,09	86,5	5,45
Ιράν	67.587.000	88.500	1.309	5,08	93,8	1,13
Ιαπωνία	127.525.000	88.400	693	19,7	62,5	17,9
Παραγουάη	5.740.000	490	85	20,4	71,4	8,16
ΗΠΑ	289.821.000	479.000	1.654	12,7	41,3	46
Μεξικό	102.946.000	78.200	760	17,4	77,1	5,48

* Αναφέρεται στο έτος 2002. Οι τιμές των υπολοίπων στηλών αναφέρονται στο έτος 2000.

** Οι μικρές αποκλίσεις του αθροίσματος των ποσοστών των τριών τομέων από το 100% οφείλονται σε στρογγυλοποιήσεις της πρωτογενούς πηγής δεδομένων.

Πηγή: FAO-AQUASTAT (<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html>)

Στον Πίνακα 1, παρουσιάζεται η κατανάλωση νερού σε διάφορες χώρες του πλανήτη κατά το έτος 2000. Επιπλέον καταγράφονται τα ποσοστά χρήσης του νερού στους τρεις τομείς (αστική, γεωργική, βιομηχανική). Από τον Πίνακα αυτόν γίνονται φανερές οι μεγάλες διαφορές στα επίπεδα κατανάλωσης νερού για τους τρεις βασικούς τομείς χρήσης

ανά χώρα. Αν υποθέσουμε ότι οι ανάγκες σε νερό για το μέσο άνθρωπο, ομοιόμορφα καταναμημένο πάνω στη Γη, είναι περίπου 630 κυβικά μέτρα το χρόνο (υπολογισμός του FAO – 2000), η συνολική ανάγκη σε νερό, παγκοσμίως, θα είναι 3.8 τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα το χρόνο. Έχοντας υπόψη μας το ρυθμό που αυξάνει ο πληθυσμός της Γης, οι ανάγκες μας σε νερό θα αυξάνονται περίπου κατά τουλάχιστον 50 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα το χρόνο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΝΕΡΟ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (ΠΟΣΙΜΟ)

2.1. Περί ποιότητας νερού ανθρώπινης κατανάλωσης.

Σύμφωνα με την οδηγία 98/83/EK του συμβουλίου της 3^{ης} Νοεμβρίου 1998 σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης ως «πόσιμο» ορίζεται το νερό, στη φυσική του κατάσταση είτε μετά από επεξεργασία, που προορίζεται για πόση, μαγείρεμα, προπαρασκευή τροφής ή άλλες οικιακές χρήσεις, ανεξάρτητα από την προέλευσή του και από το εάν παρέχεται από δίκτυο διανομής, από βυτίο ή σε φιάλες ή δοχεία. Το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης είναι υγιεινό και καθαρό εφόσον είναι απαλλαγμένο από μικροοργανισμούς και παράσιτα και από κάθε ουσία που αποτελεί ενδεχόμενο κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Νερό ανθρώπινης κατανάλωσης πρέπει να είναι:

- Το νερό που διατίθεται για πόση, μαγείρεμα, προπαρασκευή τροφής ή άλλες οικιακές χρήσεις.
- Το νερό που χρησιμοποιείται στις βιομηχανίες τροφίμων και ποτών για την παρασκευή, επεξεργασία, συντήρηση ή εμπορία προϊόντων ή ουσιών που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση.
- Το νερό που επηρεάζει τον τελικό βαθμό υγιεινής των τροφίμων και ποτών.

Γενικά πρέπει να αναφέρουμε ότι το πόσιμο νερό όταν περιέχεται εντός φιαλών καλείται **επιτραπέζιο** και μπορεί να έχει οποιαδήποτε προέλευση. Υπάρχει όμως και το **μεταλλικό νερό** (πόσιμο) το οποίο έχει αυστηρώς υπόγεια προέλευση και το διέπει ξεχωριστή νομοθεσία. Τέλος σε ότι αφορά το νερό πηγής (πόσιμο) διακρίνεται από το μεταλλικό στο ότι δεν είναι πλούσιο σε κάποιο μέταλλο (πχ. μαγνησιούχο) και έχει κοινές φυσικοχημικές ιδιότητες με αυτές του επιτραπέζιου νερού. Λεπτομερέστερη περιγραφή των παραπάνω τριών κατηγοριών πόσιμου νερού γίνεται στο κεφάλαιο 3 (παράγραφος 3.6).

2.2. Η διαδικασία παραγωγής του πόσιμου νερού.

Η επεξεργασία του νερού πριν φτάσει στις βρύσες μας ως πόσιμο, είναι απαραίτητη καθώς εκτός από τα διάφορα στερεά που συμπαρασύρει στο πέρασμά του (λάσπη, κλαδιά κ.λπ.), μπορεί να περιέχει παθογόνους μικροοργανισμούς. Η επεξεργασία του νερού ύδρευσης, που έχει συγκεντρωθεί στους ταμιευτήρες, γίνεται σε ειδικές μονάδες που ονομάζονται «Μονάδες Επεξεργασίας Νερού Ύδρευσης» (MENY). Μια τυπική MENY υποβάλλει το νερό σε 4-5 στάδια επεξεργασίας:

1^ο στάδιο: Στο πρώτο στάδιο προστίθεται χλώριο με σκοπό την θανάτωση των μικροβίων που περιέχει και τη διευκόλυνση της μετέπειτα επεξεργασίας του.

2^ο στάδιο: Στη συνέχεια προστίθεται διάλυμα θειικού αργιλίου προκειμένου τα στερεά σωματίδια που περιέχονται στο νερό να συσσωματωθούν (κροκίδωση).

3^ο στάδιο: Τα συσσωματωμένα στερεά, έχοντας μεγαλύτερο βάρος, καθιζάνουν σε ειδικές δεξαμενές.

4^ο στάδιο: Τα πιο ελαφρά σωματίδια που δεν έχουν καθιζάνει, κατακρατούνται σε ειδικά φίλτρα άμμου.

5^ο στάδιο: Εφόσον το αρχικό στάδιο χλωρίωσης δεν έχει δώσει τα επιθυμητά αποτελέσματα, ακολουθεί δεύτερη (και τελευταία) χλωρίωση, πριν το νερό οδηγηθεί στο δίκτυο ύδρευσης.

Αυτή είναι συνοπτικά η επεξεργασία που υφίσταται το πόσιμο νερό στις ΜΕΝΥ της Αττικής, αλλά και της υπόλοιπης Ελλάδας (ΕΥΔΑΠ 2003).

2.3. Ποιοτικές παράμετροι για το πόσιμο νερό.

Η πρώτη σπουδαία υγειονομική διάταξη για το «πόσιμο νερό» εκδόθηκε στη χώρα μας το 1986 (Α5/288/23.1.1986 ΦΕΚ 53 / Τεύχος Β' / 20.2.86) με σκοπό την εναρμόνιση της Ελληνικής Νομοθεσίας με την 80/778 Οδηγία του Συμβουλίου της ΕΟΚ της 15/7/80. Η πιο πρόσφατη σχετική ευρωπαϊκή νομοθεσία αφορά στην Οδηγία 98/83/ΕΚ, στην οποία εναρμονίστηκε η Ελληνική Νομοθεσία με την Κοινή Υπουργική Απόφαση Υ2/2600/2001 (ΦΕΚ Τεύχος Β' / 11.7.01) η οποία εφαρμόζεται και σήμερα. Ακολούθησε τροποποίηση της Υ2/2600/2001 με την υπ. αριθ. απόφαση ΔΥΓ2/Γ.Π. οίκοθεν 38295 (ΦΕΚ 630/2007), η οποία δεν φέρει τροποποιήσεις για τις ποιοτικές παραμέτρους (μικροβιολογικές και χημικές παράμετροι) του πόσιμου νερού αλλά παραμένει σύμφωνη με την Υ2/2600/2001. Η μόνη προσθήκη που γίνεται στο άρθρο 2 αφορά τον ορισμό του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, ότι δηλαδή αυτό δεν εντάσσεται στην έννοια του τροφίμου, παρέχεται με υποχρέωση της Πολιτείας σε όλους τους πολίτες της επικράτειας ως «δημόσιο αγαθό», μη υπαγόμενο στους κανόνες της αγοράς και διέπεται από τους νόμους της υγειονομικής μηχανικής.

Στην παραπάνω νομοθεσία λοιπόν, ως «πόσιμο νερό» ορίζεται το νερό που χρησιμοποιείται για ανθρώπινη χρήση, είτε μετά από προηγούμενη επεξεργασία είτε όχι, (εξαιρούνται τα φυσικά μεταλλικά και τα ιαματικά νερά) και προσδιορίζονται οι ποιοτικές παράμετροι αυτού. Οι τελευταίες διακρίνονται σε οργανοληπτικές, φυσικοχημικές, μικροβιολογικές, ανεπιθύμητες ουσίες, τοξικές ουσίες. Οι τιμές των παραπάνω

παραμέτρων πρέπει να είναι οπωσδήποτε κατώτερες ή ίσες με τις τιμές της «Ανώτατης Παραδεκτής Συγκέντρωσης» και να προσεγγίζουν τις τιμές που αναφέρονται ως «Ενδεικτικό Επίπεδο». Η καθημερινή μέτρηση όλων των παραπάνω παραμέτρων δεν είναι πάντα δυνατή αλλά ούτε και αναγκαία. Ακολουθεί ανάλυση των ποιοτικών παραμέτρων του πόσιμου νερού όπως αυτοί αναφέρονται στη σχετική νομοθεσία και σύμφωνα με την ανάλυση των Παππά (2001) και Ζανάκη (2006).

2.3.1 Οργανοληπτικές παράμετροι.

Η **οσμή** όπως και η **γεύση**, αποτέλεσαν εδώ και αιώνες εμπειρικά κριτήρια στα οποία στηρίζονταν οι άνθρωποι για να αποφεύγουν τροφές και νερό που ήταν τοξικά ή επικίνδυνα για την υγεία τους. Σήμερα η οσμή αποτελεί –ανάμεσα σε άλλα– ένα χαρακτηριστικό για την ταξινόμηση των νερών σε κατηγορίες, ανεξάρτητα από τη συγκέντρωση και το είδος των ουσιών που την προκαλούν. Η δημιουργία της οσμής σε φυσικά νερά συνήθως προέρχεται από οργανικές ή ανόργανες χημικές ενώσεις φυσικής ή ανθρωπογενούς προέλευσης, σε διάλυση ή εναιώρηση στο νερό. Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, στη χώρα μας, το πόσιμο νερό πρέπει να είναι άοσμο, δηλαδή το εξεταζόμενο δείγμα, χωρίς αραίωση, να μην έχει καμία οσμή.

Όλα τα νερά έχουν την ιδιαίτερη γεύση τους που οφείλεται στα διαλυμένα άλατα και διαλυμένα αέρια που περιέχουν. Η ασυνήθιστη γεύση και η οσμή στο νερό συνήθως όμως δε θεωρούνται σημαντικά από υγειονομικής πλευράς. Όμως δεν είναι επιθυμητά στο πόσιμο νερό, γιατί συνήθως οφείλονται είτε σε χημικές ουσίες είτε σε μικροοργανισμούς. Νερό με έντονη οσμή πιθανόν να έχει υποστεί ρύπανση ή μόλυνση, οπότε πρέπει να εξετασθεί προκειμένου να προσδιοριστεί η αιτία, κυρίως αν υπήρξε απότομη αλλαγή.

Ένας άλλος παράγοντας είναι η **θολρότητα**, η οποία οφείλεται σε κolloειδείς ανόργανες ή οργανικές ύλες που αιωρούνται. Νερό που είναι θολό πρέπει να ελεγχθεί για ρύπανση. Επίσης τα αιωρούμενα στερεά καθιζάνουν και δημιουργούν προβλήματα στις σωληνώσεις και στις δεξαμενές. Κατανάλωση θολού νερού μπορεί να είναι επικίνδυνη για την υγεία. Η απολύμανση του πόσιμου νερού δεν είναι αποτελεσματική αν υπάρχει θολότητα, γιατί πολλοί παθογόνοι οργανισμοί εγκλωβίζονται στα σωματίδια που αιωρούνται και προστατεύονται από το απολυμαντικό. Επίσης τα σωματίδια μπορεί να απορροφήσουν επιβλαβείς οργανικές ή ανόργανες ουσίες. Το πόσιμο νερό πρέπει να είναι διαυγές όταν φτάσει στον καταναλωτή.

Τέλος το **χρώμα** εάν υπάρχει είναι ανεπιθύμητο για το πόσιμο νερό και υπάρχει περίπτωση να οφείλεται στην παρουσία χρωστικών ουσιών εν διαλύσει, είτε φυτικών από

ρίζες φυτών, φύλλα δέντρων, είτε οργανικών ή ανόργανων. Παρουσία χρώματος στο νερό δεν σημαίνει ότι είναι πάντοτε επικίνδυνο. Πρέπει να εξετασθεί χημικά για να αναζητηθεί η προέλευση του χρώματος. Δεν προτείνεται επιτρεπτό όριο για το χρώμα στο πόσιμο νερό (Παππά 2001, Ζανάκη 1996).

2.3.2 Φυσικοχημικές παράμετροι.

Αγωγιμότητα: Η αγωγιμότητα είναι η αριθμητική έκφραση της ικανότητας ενός υδατικού διαλύματος να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα. Αυτή η ικανότητα εξαρτάται από την παρουσία ιόντων, την ολική τους συγκέντρωση, το σθένος και τις επιμέρους συγκεντρώσεις τους, καθώς και την θερμοκρασία μέτρησης. Η αγωγιμότητα στα νερά αυξάνει με την θερμοκρασία. Όσο μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση των μεταλλικών στοιχείων στο νερό, τόσο μεγαλύτερη είναι και η αγωγιμότητά του.

Το επιτρεπόμενο ανώτατο όριο της αγωγιμότητας είναι το 2500 $\mu\text{S/cm}$, μετρημένη στους 20 °C, για τα επιτραπέζια νερά, ενώ για τα φυσικά μεταλλικά νερά δεν ορίζεται όριο. Ωστόσο, το γεγονός ότι η τιμή της αγωγιμότητας σε αρκετά εμφιαλωμένα νερά μπορεί να έχει μετρηθεί σε άλλη θερμοκρασία (π.χ. 25 °C) δυσκολεύει τη μεταξύ τους σύγκριση.

Ολική σκληρότητα: Είναι ένας όρος που αφορά τη συγκέντρωση των αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου, δυο απαραίτητων στοιχείων για τον οργανισμό μας. Η σκληρότητα επηρεάζεται από τα πετρώματα από τα οποία περνά το νερό και διακρίνεται σε ανθρακική (ή παροδική), που οφείλεται στα ανθρακικά άλατα του ασβεστίου και του μαγνησίου, και σε μη ανθρακική (μόνιμη), που οφείλεται στα χλωριούχα και τα θειικά άλατα του ασβεστίου και του μαγνησίου. Στη χώρα μας λόγω της ασβεστολιθικής σύστασης των εδαφών πολλών περιοχών, πολλά νερά παρουσιάζουν υψηλή σκληρότητα.

Μεγάλες τιμές σκληρότητας δεν αποτελούν κίνδυνο για την υγεία. Αντιθέτως έχει βρεθεί σημαντική συσχέτιση μεταξύ της αυξημένης σκληρότητας και της μείωσης των καρδιαγγειακών παθήσεων. Νερό με σκληρότητα μέχρι και 500 mg/l CaCO_3 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πόσιμο, αλλά οι πιο ιδανικές τιμές είναι μεταξύ 80 και 150 mg/l CaCO_3 .

pH (Οξύνο ή Αλκαλικό): Το πόσο όξινο ή αλκαλικό είναι το νερό που πίνουμε εξαρτάται από τη τιμή του pH η οποία εκφράζει τη συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου στο νερό. Η κλίμακα μέτρησης του pH είναι από 0 ως 14. Η ουδετερότητα αντιστοιχεί σε pH 7.0. Τιμές μικρότερες αφορούν σε όξινο περιβάλλον ενώ τιμές μεγαλύτερες σε αλκαλικό περιβάλλον. Στα νερά φυσικής προέλευσης, το pH κυμαίνεται συνήθως από 6.5 έως 8.5.

Τα επιτρεπόμενα όρια pH στο επιτραπέζιο νερό κυμαίνονται από 6.5 έως 9.5, ενώ για το φυσικό μεταλλικό νερό η πιο πρόσφατη κοινοτική οδηγία (40/2003), δεν αναφέρει όρια. Επίσης είναι γνωστό ότι τα ανθρακούχα νερά (είτε με προσθήκη CO₂, είτε τα φυσικώς ανθρακούχα), είναι πιο όξινα από τα μη ανθρακούχα.

Θερμοκρασία: Η θερμοκρασία του νερού επηρεάζει τη γεύση του. Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία, το νερό είναι λιγότερο εύγευστο γιατί εκδιώκονται τα διαλυμένα σε αυτό αέρια. Η πλέον ευχάριστη γεύση υφίσταται σε θερμοκρασία μεταξύ 5-15 °C. Όταν η θερμοκρασία του νερού υπερβαίνει τους 15 °C πολλαπλασιάζονται τα τυχόν υπάρχοντα σε αυτό μικρόβια. Επίσης ελαττώνεται η ικανότητα του να διαλύει αέρια, ενώ αυξάνει η διαλυτότητα των στερεών και επιταχύνονται οι βιολογικές δράσεις. Επίσης αυξάνει το ποσό του απαιτούμενου χλωρίου απολύμανσης και ευνοεί την ανάπτυξη αλγών με συνέπεια την ανάπτυξη δυσάρεστων οσμών και γεύσεων.

Χλωριούχα άλατα: Είναι ευρέως διαδεδομένα στη φύση ως άλατα νατρίου, καλίου και ασβεστίου. Προέρχονται από τη διάβρωση των βράχων. Μπορεί όμως να προκύψουν από τη χρήση λιπασμάτων, από λύματα και βιομηχανικά απόβλητα ή από τη διείσδυση θαλασσινού νερού σε παράκτιες περιοχές. Δεν έχουν επιβλαβή επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό, αλλά σε υψηλές συγκεντρώσεις δίνουν στο πόσιμο νερό γλυφή γεύση. Επειδή δεν έχει παρατηρηθεί τοξικότητα των χλωριόντων στον άνθρωπο δεν έχει καθορισθεί ανώτατο επίπεδο στο πόσιμο νερό.

Ασβέστιο: Υπάρχει σε όλα τα φυσικά νερά και προέρχεται από τα πετρώματα (ασβεστόλιθος, δολομίτης, γύψος) δια μέσου των οποίων διέρχεται το νερό. Η συγκέντρωση ασβεστίου στο νερό κυμαίνεται από μηδέν μέχρι μερικές εκατοντάδες mg/l ανάλογα με την προέλευσή του και συμβάλλει στην ολική σκληρότητά του. Δεν έχει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία.

Μαγνήσιο: Είναι σε αφθονία στη φύση (όγδοο σε σειρά) και είναι από τα συνηθισμένα συστατικά των φυσικών νερών. Τα άλατά του μαζί με αυτά του ασβεστίου ευθύνονται για την ολική σκληρότητα του νερού και όταν θερμομανθούν σχηματίζουν επικαθήματα στις σωληνώσεις και τους λέβητες. Νερά με συγκεντρώσεις μαγνησίου μεγαλύτερες από 125 mg/l μπορεί να έχουν καθαρτικές και διουρητικές ιδιότητες.

Νάτριο: Είναι βασικό στοιχείο για τον άνθρωπο. Τα άλατα νατρίου βρίσκονται σε όλες τις τροφές και το πόσιμο νερό. Λόγω της αφθονίας του στη φύση (έκτο κατά σειρά) περιέχεται σε όλα τα φυσικά νερά σε συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από 1-500 mg/l. Στα πόσιμα νερά δεν υπερβαίνει τα 20 mg/l, εκτός των περιπτώσεων που έχει γίνει αποσκλήρυνση με τη μέθοδο της ιοντοανταλλαγής σε νερά με μεγάλη σκληρότητα. Σε

συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 200 mg/l επηρεάζει τη γεύση του νερού. Το νάτριο (κυρίως η αναλογία του προς τα άλλα κατιόντα στο νερό) έχει μεγάλη σημασία για τη γεωργία και την ανθρώπινη παθολογία. Η διαπερατότητα του εδάφους επηρεάζεται αρνητικά από την υψηλή αναλογία νατρίου στο νερό. Άτομα που πάσχουν από χρόνιες καρδιακές παθήσεις χρειάζονται νερό με χαμηλή περιεκτικότητα σε νάτριο. Υπάρχουν επιδημιολογικές μελέτες που αναφέρουν επιπτώσεις στην υγεία από υψηλές συγκεντρώσεις νατρίου στο πόσιμο νερό, αλλά με τα υπάρχοντα δεδομένα δεν είναι δυνατόν να εξαχθούν σίγουρα συμπεράσματα για τη σχέση νατρίου στο νερό και δημιουργία υπέρτασης.

Κάλιο: Είναι το έβδομο στοιχείο σε αφθονία στη φύση. Επομένως βρίσκεται σε όλα τα φυσικά νερά. Σπάνια όμως η περιεκτικότητα των πόσιμων νερών φθάνει τα 20 mg/l σε κάλιο. Δεν έχουν αναφερθεί αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία.

Διαλυμένο οξυγόνο: Η περιεκτικότητα του νερού σε διαλυμένο οξυγόνο πρέπει να είναι στο σημείο κορεσμού, δηλαδή 100%, οπότε το νερό έχει ευχάριστη γεύση. Δεν έχουν αναφερθεί επιπτώσεις στην υγεία, που να συνδέονται άμεσα με την ελάττωση ή την έλλειψη διαλυμένου οξυγόνου στο πόσιμο νερό. Υπάρχουν όμως κάποιες έμμεσες επιπτώσεις: διαβρώνονται οι σωληνώσεις με αποτέλεσμα να αυξάνεται η περιεκτικότητα του νερού σε μέταλλα (π.χ. σίδηρο, ψευδάργυρο, μόλυβδο, κάδμιο). Επίσης δημιουργούνται αναερόβιες συνθήκες που βοηθούν την αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη, των θεικών σε θειούχα, με συνέπεια τη δημιουργία δυσάρεστων οσμών. Το διαλυμένο οξυγόνο ελαττώνεται όταν αυξάνεται η θερμοκρασία και η αλατότητα του νερού (Παππά 2001, Ζανάκη 1996, Φωτίου και Κολοβός 2004).

2.3.3 Ανεπιθύμητες ουσίες.

Ενώσεις αζώτου (Αμμωνία –Νιτρώδη –Νιτρικά): Ο προσδιορισμός των διαφόρων ενώσεων του αζώτου στο πόσιμο νερό αποτελεί δείκτη για την υγειονομική ποιότητά του. Πριν από την ανάπτυξη των βακτηριολογικών αναλύσεων η μέτρηση των ενώσεων του αζώτου στο νερό ήταν ο μόνος δείκτης για πιθανή μόλυνση. Σε πρόσφατα ρυπασμένα νερά το άζωτο βρίσκεται υπό την μορφή οργανικού αζώτου και αμμωνίας. Καθώς περνάει ο χρόνος το οργανικό άζωτο μετατρέπεται σταδιακά σε αμμωνία και αργότερα εάν υπάρχουν αερόβιες συνθήκες γίνεται οξείδωση της αμμωνίας σε νιτρώδη και νιτρικά. Με βάση τα παραπάνω, νερά που περιέχουν μεγάλη ποσότητα οργανικού αζώτου και αμμωνίας θεωρούνται ότι έχουν ρυπανθεί πρόσφατα και επομένως παρουσιάζουν μεγάλο κίνδυνο για τη δημόσια υγεία. Νερά όπου το άζωτο βρίσκεται υπό μορφή νιτρικών σημαίνει ότι έχουν

ρυπανθεί πριν από αρκετό καιρό και επομένως δεν αποτελούν άμεση απειλή για την δημόσια υγεία.

Αμμωνία (NH₃): Τα υπόγεια νερά περιέχουν συνήθως αμμωνία λιγότερο από 0.2 mg/l. Σε εδάφη δασών παρατηρούνται υψηλότερες συγκεντρώσεις. Η αμμωνία δεν επηρεάζει άμεσα την υγεία, στις συγκεντρώσεις που ενδέχεται να υπάρχει στα πόσιμα νερά, αποτελεί όμως σημαντικό δείκτη ρύπανσης από κοπρανώδεις ουσίες. Σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 0.2 mg/l δημιουργεί προβλήματα οσμής και γεύσης στο νερό και ελαττώνει την αποτελεσματικότητα της απολύμανσης. Επίσης συμβάλλει στο σχηματισμό νιτρωδών ιόντων στα συστήματα ύδρευσης.

Νιτρώδη ιόντα (NO₂) – Νιτρικά ιόντα (NO₃): Αποτελούν τμήμα του κύκλου του αζώτου στη φύση, επομένως υπάρχουν στα φυσικά νερά, αλλά η συγκέντρωση νιτρικών ιόντων είναι συνήθως χαμηλή. Υψηλές συγκεντρώσεις οφείλονται σε λιπάσματα, απορρίμματα και ζωικά ή ανθρώπινα απόβλητα. Υπάρχουν ακόμη και στον αέρα, λόγω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, με αποτέλεσμα να παρασύρονται από τη βροχή ή να αποτίθενται στο έδαφος. Σε αερόβιες συνθήκες τα νιτρικά διεισδύουν στον υδροφόρο ορίζοντα. Τα πόσιμα νερά που περιέχουν μεγάλες ποσότητες νιτρικών ιόντων υπάρχει κίνδυνος να προκαλέσουν στα παιδιά την ασθένεια μεθαιμογλοβιναμία, λόγω της αναγωγής τους σε νιτρώδη ιόντα. Τα νιτρώδη και νιτρικά ιόντα, στο περιβάλλον του στομάχου, σχηματίζουν νιτροζοενώσεις, που είναι καρκινογόνες.

Σίδηρος: Υπάρχει κυρίως σε υπόγεια νερά, που διέρχονται από πετρώματα πλούσια σε άλατα σιδήρου. Συνεχής κατανάλωση νερού με υψηλές συγκεντρώσεις σιδήρου, μπορεί να προκαλέσει στον άνθρωπο, και ιδιαίτερα στα παιδιά, βλάβες στους ιστούς (αιμοχρωμάτωση). Ο σίδηρος δίνει στο νερό γεύση που είναι ανιχνεύσιμη σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις.

Μαγγάνιο: Δεν έχουν διαπιστωθεί βλαβερές συνέπειες στην υγεία από πόσιμο νερό που περιέχει μαγγάνιο. Θεωρείται από τα στοιχεία τα λιγότερο τοξικά για τον άνθρωπο. Η απορρόφησή του στον οργανισμό συνδέεται άμεσα με την απορρόφηση του σιδήρου. Υψηλές συγκεντρώσεις στο νερό προκαλούν δυσάρεστη γεύση. Διευκολύνει την ανάπτυξη μικροοργανισμών στα δίκτυα με αποτέλεσμα αύξηση της θολότητας, δημιουργία οσμών και αποθέσεων.

Χαλκός: Είναι βασικό στοιχείο στον ανθρώπινο μεταβολισμό. Τα άλατα του χαλκού είναι τοξικά στα υδρόβια φυτά και χρησιμοποιούνται (κυρίως ο θειικός χαλκός) για να ανασταλεί η ανάπτυξη των φυκών. Λόγω της διάβρωσης των χάλκινων σωληνώσεων, σημαντικές ποσότητες χαλκού διαλύονται στο πόσιμο νερό. Αν το νερό μείνει στάσιμο 12

ώρες στις σωληνώσεις, η συγκέντρωση χαλκού μπορεί να υπερβεί τα 20 mg/l. Γι' αυτό το λόγο η Υγειονομική Διάταξη αναφέρει δύο ενδεικτικά επίπεδα: στην έξοδο των εγκαταστάσεων και μετά από ηρεμία 12 ωρών στις σωληνώσεις. Ο χαλκός προσδίδει χρώμα και στυπτική γεύση στο πόσιμο νερό. Δεν υπάρχουν ενδείξεις ότι προκαλεί βλάβες στην υγεία.

Ψευδάργυρος: Είναι σημαντικό στοιχείο για τον άνθρωπο και τα ζώα. Πηγές ψευδαργύρου στο νερό είναι η διάβρωση των γαλβανισμένων σωλήνων και τα απόβλητα μεταλλείων και επιμεταλλωτηρίων. Συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 5 mg/l προσδίδουν χρώμα και στυπτική γεύση στο πόσιμο νερό. Δεν έχουν παρατηρηθεί αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία.

Φώσφορος: Όλες οι ενώσεις του φωσφόρου συναντώνται στα νερά είτε διαλυμένες, είτε ως σωματίδια είτε στο σώμα των υδρόβιων οργανισμών. Ο φώσφορος, όπως και το άζωτο, είναι βασικό στοιχείο για την ανάπτυξη των αλγών και η περιεκτικότητά του στα νερά αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στον ευτροφισμό των επιφανειακών νερών. Η μεγαλύτερη ποσότητα ανόργανου φωσφόρου οφείλεται στα ανθρώπινα λύματα και προέρχεται από τη διάσπαση των πρωτεϊνών κατά τον μεταβολισμό. Επίσης υπάρχει σε πολλά απορρυπαντικά και στα φωσφορικά λιπάσματα. Μικρά ποσά φωσφορικών εισέρχονται στα δίκτυα από την επεξεργασία του νερού, όπου χρησιμοποιούνται για να εμποδιστεί η διάβρωση στις σωληνώσεις και τα επικαθήματα στους λέβητες. Δεν έχουν αναφερθεί επιπτώσεις στην υγεία.

Φθόριο: Το φθόριο συναντάται στα νερά ως φθοριούχα άλατα, που προέρχονται από ηφαιστειογενή πετρώματα. Συνήθως βρίσκεται στα υπόγεια νερά παρά στα επιφανειακά. Δεν βρίσκεται σε στοιχειακή μορφή στη φύση, επειδή είναι πολύ δραστικό. Είναι βασικό στοιχείο για τον άνθρωπο. Από έρευνες και επιδημιολογικές μελέτες διαπιστώθηκε, ότι το φθόριο σε μικρά ποσά στο νερό (μέχρι 1 mg/l) είναι ωφέλιμο, γιατί εμποδίζει τη δημιουργία τερηδόνας στα δόντια, ενώ σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις προκαλεί τη φθορίαση (μαύρες κηλίδες στην αδαμαντίνη των δοντιών) ή και βλάβες στα οστά. Χρησιμοποιείται στην παραγωγή αλουμινίου, σε βιομηχανίες χάλυβα και γυαλιού, στα λιπάσματα και στα κεραμικά. Σε νερά που δεν περιέχουν φθόριο γίνεται φθορίωση με προσθήκη φθοριούχων και φθοριοπυριτικών ενώσεων. Σε αυτές τις περιπτώσεις πρέπει να ελέγχεται συχνά η περιεκτικότητα του νερού σε φθόριο, ώστε να μην υπερβεί το επιτρεπτό όριο.

Χλώριο υπολειμματικό: Σε νερά που χλωριώνονται πρέπει να μετρηθεί υπολειμματικό χλώριο. Η τιμή του μας δείχνει αν η χλωρίωση που γίνεται είναι επαρκής.

Κατά την χλωρίωση προστίθεται στο νερό ποσότητα χλωρίου αρκετή ώστε να καταστραφούν τα παθογόνα μικρόβια και να παραμείνει ελεύθερο χλώριο για να μη μολυνθεί το νερό μέσα στις σωληνώσεις. Το χλώριο δίνει στο νερό ελαφρά οσμή και αλλοιώνει τη γεύση του. Οι μικρές ποσότητες χλωρίου που υπάρχουν στα πόσιμα νερά εξαφανίζονται με το γαστρικό υγρό και επομένως είναι ακίνδυνες για τον άνθρωπο. Μεγάλες ποσότητες χλωρίου προκαλούν ερεθισμό του στόματος και του λάρυγγα. Η χλωρίωση του νερού πρέπει να γίνεται σωστά και να παρακολουθείται συστηματικά, ώστε να φθάνουν στους καταναλωτές μικρά μόνο ποσά χλωρίου (Παππά 2001, Ζανάκη 1996, WHO 1993).

2.3.4 Τοξικές ουσίες.

Αρσενικό: Τα περισσότερα φυσικά νερά περιέχουν αρσενικό σε συγκεντρώσεις πάνω από 5 $\mu\text{g/l}$. Φθάνει στους αποδέκτες από τα μεταλλεία, αφού υπάρχει σχεδόν σε όλα τα θειούχα ορυκτά, από τα εντομοκτόνα και την καύση ορυκτών καυσίμων. Οι φυσικές πηγές αρσενικού στο περιβάλλον είναι οι ηφαιστειογενείς δράσεις και η αποσύνθεση της φυτικής οργανικής ύλης. Είναι τοξικό και πιθανόν καρκινογόνο. Η τοξικότητα του αρσενικού εξαρτάται από τη χημική και φυσική του μορφή, τη δόση, το χρόνο έκθεσης και τον τρόπο που εισάγεται στον ανθρώπινο οργανισμό. Προκαλεί βλάβες στο γαστρικό, νευρικό και αναπνευστικό σύστημα και διάφορες αλλοιώσεις στο δέρμα. Δόσεις μεταξύ 70 και 180 mg αρσενικού είναι θανατηφόρες.

Κάδμιο: Είναι ένα από τα τοξικότερα μέταλλα. Συναντάται στη φύση σε θειούχα ορυκτά με το μόλυβδο και τον ψευδάργυρο. Στα φυσικά νερά βρίσκεται κυρίως στα ιζήματα των βυθών και σε αιωρούμενα σωματίδια. Σε μη ρυπασμένα νερά η συγκέντρωση του καδμίου είναι κάτω από 1 $\mu\text{g/l}$. Πηγές του καδμίου στο νερό είναι τα βιομηχανικά απόβλητα και η διάβρωση των γαλβανισμένων σωλήνων. Σε συστήματα ύδρευσης, που τροφοδοτούνται με νερό μαλακό χαμηλού pH, μπορεί να βρεθούν ψηλές συγκεντρώσεις καδμίου, επειδή αυτά τα νερά είναι πιο διαβρωτικά και η διαλυτότητά του καδμίου στο νερό εξαρτάται από το pH και τη σκληρότητα. Έχει βρεθεί ότι προκαλεί καρκίνο σε πειραματόζωα και ορισμένες επιδημιολογικές μελέτες το συνδέουν με καρκίνο στον άνθρωπο.

Χρώμιο: Υπάρχει στο φλοιό της γης και εμφανίζεται σαν τρισθενές και εξασθενές χρώμιο. Στα νερά βρίσκονται κυρίως άλατα του εξασθενούς χρωμίου, επειδή είναι ευδιάλυτα, ενώ σπάνια υπάρχει σαν τρισθενές, γιατί οι ενώσεις του είναι αδιάλυτες και καθιζάνουν. Στην ατμόσφαιρα βρίσκεται στα αεροζόλ και παρασύρεται από τη βροχή ή

εναποτίθεται στο έδαφος ρυπαίνοντας τα επιφανειακά νερά. Η μέση συγκέντρωση στο νερό της βροχής είναι 0,2-1 $\mu\text{g/l}$, στο θαλασσινό 0,05 $\mu\text{g/l}$ και στα φυσικά νερά 0,5-2 $\mu\text{g/l}$, ενώ στα υπόγεια είναι πολύ χαμηλή. Μεγαλύτερες συγκεντρώσεις οφείλονται σε ρύπανση από βιομηχανικά απόβλητα. Χρησιμοποιείται στις βιομηχανίες χρωμάτων και δέρματος, στα επιμεταλλωτήρια, στην παρασκευή κραμάτων και καταλυτών. Συχνά προστίθενται σε νερά ψύξης χρωμικές ενώσεις για έλεγχο της διάβρωσης. Οι επιδράσεις του χρωμίου στην υγεία εξαρτώνται από τη μορφή του. Το εξασθενές χρώμιο είναι πολύ τοξικό. Προκαλεί βλάβες στο δέρμα και το συκώτι και θεωρείται καρκινογόνο. Το τρισθενές χρώμιο δεν έχει βρεθεί ότι προκαλεί βλάβες στην υγεία.

Μόλυβδος: Είναι πολύ τοξικό μέταλλο. Τα φυσικά νερά συνήθως περιέχουν μέχρι 5 $\mu\text{g/l}$ μόλυβδο. Μεγαλύτερες συγκεντρώσεις οφείλονται σε απόβλητα ορυχείων, βιομηχανιών, στη διάβρωση μολύβδινων υδραυλικών εγκαταστάσεων. Μεγάλες ποσότητες μολύβδου υπάρχουν στην ατμόσφαιρα από τον τετρααιθυλιούχο μόλυβδο που προστίθεται στη βενζίνη σαν αντικροτικό. Στις περισσότερες χώρες έχει εγκαταλειφθεί και χρησιμοποιείται αμόλυβδη βενζίνη. Επίσης χρησιμοποιείται για την παραγωγή μπαταριών, κραμάτων, χρωστικών, αντισκωριακών. Οι επιπτώσεις του μολύβδου στην υγεία μελετήθηκαν πριν πολλά χρόνια, γιατί υπήρξαν δηλητηριάσεις από μόλυβδο στο πόσιμο νερό, που προήλθε από διάβρωση των μολύβδινων υδραυλικών εγκαταστάσεων. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να εγκαταλειφθούν οι μολύβδিনি σωλήνες για το νερό και να απαγορευθεί η χρήση χρωμάτων με βάση το μόλυβδο για εσωτερική διακόσμηση. Είναι δηλητήριο με συσσωρευτική δράση. Προκαλεί βλάβες στο συκώτι, τον εγκέφαλο και το νευρικό σύστημα (Παππά 2001, Ζανάκη 1996, WHO 2003).

2.3.5 Μικροβιολογικές παράμετροι πόσιμου νερού.

Σύμφωνα με την οδηγία 98/83/EK το πόσιμο νερό ή νερό ανθρώπινης κατανάλωσης θα πρέπει να είναι απαλλαγμένο από μικροοργανισμούς και παράσιτα που αποτελούν ενδεχόμενο κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Οι υδατογενείς επιδημίες προκαλούνται από τα παθογόνα μικρόβια που έχουν προέλευση την κοπρανώδη μόλυνση του νερού. Επειδή ο έλεγχος όλων των παθογόνων μικροβίων που προέρχονται από το εντερικό σύστημα ζώων και ανθρώπων απαιτεί ποικιλία πολύπλοκων, χρονοβόρων και πολυέξοδων αναλύσεων, χρησιμοποιήθηκε η ιδέα της ανίχνευσης μικροβίων – δεικτών που να είναι ενδεικτικοί ακόμη και της ενδεχόμενης παρουσίας λυμάτων στο νερό. Η παρουσία τέτοιων μικροβίων – δεικτών αποτελεί αδιάψευστο μάρτυρα κοπρανώδους μόλυνσης του νερού και κατά συνέπεια συνιστά ισχυρή πιθανότητα να συνυπάρχουν και παθογόνα μικρόβια. Σύμφωνα

με την ισχύουσα νομοθεσία (ΦΕΚ 630/2007) ορίζονται οι ακόλουθες μικροβιολογικές παράμετροι (Πίνακας 2):

Πίνακας 2. Μικροβιολογικές παράμετροι πόσιμου νερού

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή (αριθμός/ 100ml)
<i>Escherichia coli</i>	0
Εντερόκοκκοι	0

Πηγή: ΦΕΚ 630/2007

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΤΟ ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΟ ΝΕΡΟ

3.1. Γενικά περί εμφιαλωμένου νερού.

Στην κατηγορία του πόσιμου νερού συγκαταλέγεται και το εμφιαλωμένο νερό. Σύμφωνα με την Υγειονομική Διάταξη ΥΔ.Α1β/4871/79 (ΦΕΚ 696/β'/21-8-79 «Περί ποιότητας του εμφιαλωμένου νερού») που ισχύει και σήμερα, ως εμφιαλωμένο νερό ορίζεται το νερό που παρέχεται στο εμπόριο συσκευασμένο αεροστεγώς εντός γυάλινων ή πλαστικών φιαλών ή πλαστικών δοχείων και προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση.

Η κατανάλωση εμφιαλωμένου νερού απεικονίζει έναν ορισμένο τρόπο ζωής. Στην Ευρώπη υπάρχει μια παράδοση χρόνων για το εμφιαλωμένο νερό. Στις μέρες μας αυτή η συνήθεια έχει εξαπλωθεί ανά τον κόσμο. Οι καταναλωτές επιλέγουν το εμφιαλωμένο νερό γιατί σε πολλές περιπτώσεις είναι μια εναλλακτική λύση έναντι του νερού βρύσης. Επίσης οι καταναλωτές θεωρούν ότι πρόκειται για νερό με καλύτερη γεύση επηρεαζόμενοι φυσικά από την απουσία του χλωρίου ενώ πιστεύουν ότι είναι και πιο ασφαλές από το νερό της βρύσης. Αναζητούν δηλαδή ασφαλέστερες λύσεις αναφορικά με το νερό που θα πιούν. Θετικά σ' αυτό συμβάλουν και τα διάφορα διατροφικά σκάνδαλα που κατά καιρούς ξεσπούν τα οποία σχετίζονται, τόσο με συσκευασμένα τρόφιμα που αποδεικνύονται μολυσμένα, όσο και με την κατανάλωση μολυσμένου εμφιαλωμένου νερού. Οι καταναλωτές ενδιαφέρονται λοιπόν για την υγεία τους γι' αυτό αγοράζουν εμφιαλωμένο νερό. Άλλωστε για το καταναλωτικό κοινό το εμφιαλωμένο νερό προσφέρει μια καλή εναλλακτική λύση έναντι άλλων ποτών που μόνο ωφέλιμα δεν είναι για τον άνθρωπο (Ferrier 2001).

Τα εμφιαλωμένα νερά κατά κανόνα περιέχουν απαραίτητα για τη θρέψη χημικά στοιχεία σε κατάλληλες συγκεντρώσεις. Επίσης, δεν περιέχουν αιωρούμενα στερεά σωματίδια ορατά με το γυμνό μάτι και συνήθως έχουν άριστα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Δεν περιέχουν υπολειμματικό χλώριο, αφού για την απολύμανσή τους χρησιμοποιείται υπεριώδης ακτινοβολία ή συνηθέστερα το όζον, το κυριότερο πλεονέκτημα του οποίου είναι ότι καταστρέφει σχεδόν όλους τους μικροοργανισμούς. Παρά ταύτα, το σοβαρότερο πρόβλημα των εμφιαλωμένων νερών είναι η μικροβιακή τους μόλυνση. Συνήθως υπεύθυνες για τη μόλυνση του νερού είναι τόσο οι ανεπαρκείς συνθήκες εμφιάλωσης, όσο και οι ακατάλληλες συνθήκες αποθήκευσης. Οι θερμοκρασιακές μεταβολές (συστολή-διαστολή), ειδικά στις φιάλες που δεν κλείνουν

αεροστεγώς, δημιουργούν επαφή του περιεχομένου με τον περιβάλλοντα αέρα, οπότε η επιμόλυνση είναι μοιραία και η υποβάθμιση του προϊόντος αναπόφευκτη.

Η νομοθεσία προβλέπει ότι τα εμφιαλωμένα νερά (εκτός από τα φυσικά μεταλλικά), πρέπει να έχουν συγκεκριμένη ποιότητα (όρια στον αριθμό μικροβίων), η οποία όμως διατηρείται μόνο όταν η αποθήκευση και η μεταφορά τους γίνεται σε θερμοκρασίες που δεν ξεπερνούν τους 18 βαθμούς Κελσίου. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες μπορεί να αναπτυχθούν παθογόνοι μικροοργανισμοί ή ακόμα και να αλλοιωθεί η πλαστική συσκευασία, με αποτέλεσμα να μεταφέρονται τοξίνες στο νερό, οι οποίες σε πολλές περιπτώσεις ευθύνονται για την πρόκληση στομαχικών προβλημάτων, ακόμη και καρκινογενέσεων (Μήτρακας 1996).

3.2. Πηγές επιμόλυνσης του εμφιαλωμένου νερού.

Τόσο το υπόγειο όσο και το επιφανειακό νερό (λίμνες, ποτάμια) χρησιμοποιείται για ανθρώπινη κατανάλωση. Το χρησιμοποιούμενο για ανθρώπινη κατανάλωση νερό πρέπει να είναι από κάθε άποψη αβλαβές για την υγεία των ανθρώπων, οργανοληπτικά άμεμπτο και απολύτως καθαρό, απαλλαγμένο από παθογόνους μικροοργανισμούς και οποιεσδήποτε ουσίες σε αριθμούς και συγκεντρώσεις που αποτελούν ενδεχόμενο κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Τα ποιοτικά του χαρακτηριστικά θα πρέπει να κυμαίνονται μεταξύ ορισμένων αποδεκτών ορίων, τα οποία αποτελούν τα πρότυπα ποιότητας και θεσπίζονται Νομοθετικά. Τα πρότυπα ποιότητας αυτά, στην Ελλάδα, καθορίζονται με την Κοινή Υπουργική Απόφαση Υ2/2600/2001 που αποτελεί συμμόρφωση της Ελληνικής Νομοθεσίας προς την Οδηγία 98/83 Ε.Ε. (Μπούφα 2003).

Από άποψη μόλυνσης, σε πολύ πλεονεκτική θέση βρίσκονται τα ανθρακούχα Φυσικά Μεταλλικά Νερά, όπως είναι η Σουρωτή, επειδή το περιεχόμενο είναι υπό πίεση, γεγονός που αποκλείει την επιμόλυνσή τους, ενώ το περιεχόμενο διοξείδιο του άνθρακα δρα παρεμποδιστικά στην ανάπτυξη των μικροοργανισμών, ώστε και τυχόν μικροοργανισμοί που εισήχθησαν κατά την εμφιάλωση, να καταστρέφονται σταδιακά την πρώτη εβδομάδα. (Μήτρακας 1996)

Το εμφιαλωμένο νερό είναι δυνατόν να μολυνθεί με χημικές ουσίες ή παθογόνους μικροοργανισμούς. Η παρουσία των χημικών ουσιών μπορεί να προέρχεται από παραπροϊόντα απολύμανσης του εξοπλισμού (παρουσία ιόντων βρωμίου, υπολειμματικό χλώριο κ.α.), από κακό σχεδιασμό του εξοπλισμού ή κακής συντήρησής του όπως για παράδειγμα ενδεχόμενη διαρροή λαδιού από κάποιο μηχανικό μέρος, από τη χρήση

ακατάλληλων ή ακάθαρτων υλικών συσκευασίας, από το περιβάλλον κατά την διάρκεια της αποθήκευσης, από ελλιπή προστασία της πηγής υδροληψίας κ.α.

Η παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών οφείλεται κυρίως στα υλικά συσκευασίας (ελλιπής πλύση γυάλινων φιαλών), στον εξοπλισμό (μη υγιεινού τύπου σχεδιασμός με πολλά νεκρά σημεία και δυσκολία κατά τον καθαρισμό και την απολύμανση), στο προσωπικό (ελλιπής εκπαίδευση και ενημέρωση σε θέματα υγιεινής και ασφάλειας των τροφίμων) και στον περιβάλλοντα χώρο. Η παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών είναι δυνατόν να οφείλεται επίσης σε μολυσμένη πηγή υδροληψίας ή σε μολυσμένο υδροφόρο ορίζοντα.

Τέλος, κίνδυνο επιμόλυνσης μπορεί να αποτελέσει κάθε ξένο σώμα όπως, θραύσματα γυαλιού, πλαστικού, μετάλλου, σκόνης και ακαθαρσιών.

Στον Πίνακα 3 που ακολουθεί δίνονται οι κυριότερες πηγές επιμόλυνσης του εμφιαλωμένου νερού.

Πίνακας 3. Οι κυριότερες πηγές επιμόλυνσης για το εμφιαλωμένο νερό.

Προέλευση κινδύνου	Τύποι επιμόλυνσης		
	Μικροβιολογικός κίνδυνος	Χημικός κίνδυνος	Φυσικός κίνδυνος Ξένα σωματίδια
Το νερό (ως πρώτη ύλη)	X	X	
Ο εξοπλισμός	XX	X	X
Το προσωπικό	X	X	X
Επιστρεφόμενες φιάλες	ο	XX	XX
Τα μιας χρήσης υλικά συσκευασίας	X	ο	X
Το περιβάλλον	X	ο	ο

Όπου, X: Περιστασιακός κίνδυνος, XX: Περιστασιακός κίνδυνος που χρειάζεται αυστηρή παρακολούθηση, ο: Μικρός κίνδυνος (ΕΦΕΤ 2003).

3.3. Περί κατανάλωσης εμφιαλωμένου νερού.

Με ταχύτατους ρυθμούς αυξάνεται τα τελευταία χρόνια η κατανάλωση εμφιαλωμένου νερού. Η στροφή των καταναλωτών σε έναν πιο υγιεινό τρόπο διατροφής τα τελευταία, κυρίως χρόνια, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ζήτησης σε μη αλκοολούχα ποτά (εμφιαλωμένα νερά, χυμοί, αναψυκτικά light, ισοτονικά ποτά). Το εμφιαλωμένο νερό καταναλώνεται και ως «ποτό» επειδή δεν έχει θερμίδες ούτε πρόσθετες ουσίες και συντηρητικά, ενώ στις περισσότερες των περιπτώσεων δεν περιέχει και μεγάλη ποσότητα νατρίου (Drummond and Brefere 2007). Ωστόσο, η Ελλάδα απέχει πολύ από το ευρωπαϊκό μέσο όρο. Η κατά κεφαλήν κατανάλωση εμφιαλωμένου νερού είναι κάτω από το ήμισυ της δυτικής Ευρώπης με πρωταθλητές τους Ιταλούς . Ακολουθούν οι Βέλγοι, οι Λουξεμβούργιοι και οι Γάλλοι, ενώ την τελευταία θέση κατέχουν οι Βρετανοί. Εκτιμάται ότι ο μέσος Ευρωπαίος καταναλώνει 80-100 λίτρα εμφιαλωμένου νερού το χρόνο.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης της ICAP ο όγκος της εγχώριας φαινομενικής κατανάλωσης εμφιαλωμένων νερών στην Ελλάδα ακολούθησε ανοδική πορεία, κατά τη διάρκεια της περιόδου 1990-2008, με μέσο ετήσιο ρυθμό μεταβολής της τάξης του 12%. Το 2008, η κατανάλωση εμφάνισε αύξηση κατά 13,6% σε σύγκριση με το προηγούμενο έτος. Το μεγαλύτερο μερίδιο στην αγορά των εμφιαλωμένων νερών καταλαμβάνει η κατηγορία των φυσικών μεταλλικών νερών, με ποσοστό 72,5% το 2008. Ακολουθεί η κατηγορία των επιτραπέζιων νερών με 21% και η κατηγορία των ανθρακούχων με 6,5%. Στον Πίνακα 4 που ακολουθεί παρουσιάζεται η ετήσια κατανάλωση του εμφιαλωμένου νερού σε διάφορες χώρες (ICAP 2009).

Πίνακας 4. Η ετήσια κατανάλωση εμφιαλωμένου νερού, σε λίτρα ανά άτομο, σε διάφορες χώρες του κόσμου.

ΙΤΑΛΙΑ	183,6
ΜΕΞΙΚΟ	168,5
ΕΝ.ΑΡΑΒΙΚΑ ΕΜΙΡΑΤΑ	163,5
ΒΕΛΓΙΟ	148,0
ΓΑΛΛΙΑ	141,6
ΙΣΠΑΝΙΑ	136,7
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	124,9
ΛΙΒΑΝΟΣ	101,4
ΕΛΒΕΤΙΑ	99,6
ΚΥΠΡΟΣ	92,0
Η.Π.Α.	90,5
ΣΑΟΥΔΙΚΗ ΑΡΑΒΙΑ	87,8
ΤΣΕΧΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ	87,1
ΑΥΣΤΡΙΑ	82,1
ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ	80,3
ΙΝΔΙΑ	0,6
ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΠΟΣΟΣΤΟ	24,2

Πηγή : Beverage Marketing Corporation, cited in John G. Rodwan, Jr., "Bottled Water 2004: U.S. and International Statistics and Developments," *Bottled Water Reporter*, April/May 2005.

Ο κλάδος των εμφιαλωμένων νερών αποτελεί έναν από τους πλέον αναπτυσσόμενους κλάδους της ευρύτερης βιομηχανίας τροφίμων και ποτών σύμφωνα με τη μελέτη της Ferrier (2001). Στη μελέτη αυτή αναφέρεται επίσης ότι το 39% του συνολικού πληθυσμού στη Γαλλία πίνουν μόνο εμφιαλωμένο νερό. Σύμφωνα με την συγκεκριμένη έρευνα τον Αύγουστο του 2000 που διεξήχθη από το Γαλλικό Ινστιτούτο IFEN, αρμόδιο για θέματα περιβάλλοντος, οι καταναλωτές στρέφονται συχνότερα προς το εμφιαλωμένο νερό λόγω της δυσάρεστης γεύσης του νερού της βρύσης, που οφείλεται στα χημικά και ιδιαίτερα στο χλώριο. Έπειτα τους ενδιαφέρει η ποιότητα του νερού της βρύσης και το γεγονός ότι δεν ελέγχεται το νερό σωστά κατά τη διαδικασία καθαρισμού και χλωρίωσης. Το 22% πιστεύει ότι το νερό της βρύσης είναι μεγάλης σκληρότητας, ενώ ένα άλλο 22% φοβάται ότι το εμφιαλωμένο νερό είναι μολυσμένο από τοξικές ουσίες (Ferrier 2001).

Οι παράμετροι που θα πρέπει να ελέγχονται κατά την αγορά ενός εμφιαλωμένου νερού, σύμφωνα με τον Μήτρακα (1996) είναι :

- Το περιεχόμενο να είναι διαυγές.
- Να μην έχει αιωρούμενα στερεά ή χαρακτηριστικά αλλοίωσης.
- Να είναι σε φιάλη Polyethylene Terephthalate (PET).
- Να φέρει βιδωτό πώμα ασφαλείας που κλείνει αεροστεγώς.
- Να είναι συσκευασμένο σε ερμητικά κλειστό περιέκτη.
- Να φέρει επωνυμία καθώς και τα στοιχεία της εμφιαλωτικής.
- Να έχει πρόσφατη ημερομηνία χημικής ανάλυσης, η οποία αποτελεί ένδειξη ποιοτικού ελέγχου.
- Τέλος να έχει καλά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

3.4. Απαιτήσεις για την κωδικοποίηση και την ανιχνευσιμότητα των εμφιαλωμένων νερών.

Σύμφωνα με τον ΕΦΕΤ (2003) κάθε φιάλη ή δοχείο φυσικού μεταλλικού νερού ή νερού πηγής ή πόσιμου εμφιαλωμένου νερού πρέπει να φέρει στερεά κολλημένη ταινία ή ανεξίτηλη επιγραφή με τα παρακάτω αναγραφόμενα σε αυτήν :

1. Τον αριθμό αδείας λειτουργίας του εργοστασίου
2. Την ονομασία πώλησης του προϊόντος
3. Την πηγή προέλευσης
4. Την ημερομηνία εμφιάλωσης με τον κωδικό αριθμό παραγωγής
5. Τον τόπο εκμεταλλεύσεως της πηγής
6. Την περιεχόμενη ποσότητα (όγκος)
7. Την χρονολογία ελάχιστης διατηρησιμότητας (μέρα, μήνας, χρόνος)
8. Τις ιδιαίτερες συνθήκες συντήρησης και χρήσης του προϊόντος
9. Το όνομα ή την εμπορική επωνυμία και τη διεύθυνση του παρασκευαστή
10. Η φιάλη να φέρει ένδειξη ότι είναι κατάλληλη για τρόφιμα.

3.5 Υποχρεωτικές ενδείξεις στην ελληνική γλώσσα.

Σύμφωνα με την Κουφογιαννάκη (2005), τα ακόλουθα ισχύουν για τα εγχώρια και για τα εισαγόμενα εμφιαλωμένα νερά από χώρες της Ε.Ε ή τρίτες χώρες που κυκλοφορούν στην Ελλάδα:

- Ονομασία πώλησης

- Χημική ανάλυση
- Ποσότητα προϊόντος
- Χρονολογία ελάχιστης διατηρησιμότητας
- Ιδιαίτερες συνθήκες συντήρησης
- Ονομασία πηγής υδροληψίας
- Τόπος εκμεταλλεύσεως
- Όνομα ή εμπορική επωνυμία παρασκευαστή

3.5.1. Απαγορευτικές ενδείξεις

Σύμφωνα με την Κουφογιαννάκη (2005), ενδείξεις που απαγορεύεται να αναγράφονται στα εμφιαλωμένα νερά περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- Ενδείξεις που αποδίδουν στο νερό θεραπευτικές ιδιότητες.
- Φράσεις σχετικές με την επίδραση του νερού στις λειτουργίες του ανθρώπινου οργανισμού.
- Δήλωση ή διαφήμιση του προϊόντος, κατά τρόπο που άμεσα ή έμμεσα υπονοεί ότι το συγκεκριμένο προϊόν έχει ιδιότητες που δεν υπάρχουν πραγματικά σε αυτό ή που το κάνουν να υπερέχει από όλα τα παρόμοια προϊόντα αποσκοπώντας στην παραπλάνηση του καταναλωτικού κοινού.
- Η δήλωση ή διαφήμιση με οποιοδήποτε τρόπο, που άμεσα ή έμμεσα υπονοεί ότι το προϊόν είναι ιδιαίτερα πλούσιο ή ιδιαίτερα πτωχό (κατά περίπτωση) ως προς ένα ή περισσότερα από τα θρεπτικά συστατικά του ή ότι περιέχει αυτά σε μεγαλύτερες ή κατά περίπτωση σε μικρότερες ποσότητες από το συνηθισμένο, έστω και αν αυτό είναι αληθινό.
- Εκφράσεις που υπαινίσσονται ένα χαρακτηριστικό του νερού που δεν υπάρχει πραγματικά σε αυτό.
- Η αναγραφή της περιεκτικότητας ως προς ένα συστατικό σε κάποιο εμφανές σημείο το οποίο είναι διαφορετικό από το σημείο στο οποίο αναγράφονται όλα τα υπόλοιπα συστατικά.
- Η διάθεση στην κατανάλωση ενός νερού, που ενώ προέρχεται από ορισμένη γεωγραφική περιοχή, κυκλοφορεί με εμπορικό όνομα το οποίο παραπέμπει σε όνομα άλλης περιοχής.

Συνοψίζοντας, απαγορεύεται να αναγράφεται κάθε είδους επισήμανση, η οποία θα παραπλανά τον καταναλωτή όσον αφορά τα ακόλουθα:

- τις ιδιότητες του προϊόντος
- την αναλυτική σύνθεση
- την ποσότητα
- την διατηρησιμότητά του
- τον τόπο παραγωγής ή προέλευσης
- τον τρόπο παρασκευής ή κατεργασίας.

3.6. Κατηγορίες εμφιαλωμένου νερού και οι εμπορικές ονομασίες τους.

Όπως αναφέρει ο ΕΦΕΤ (2003), υπάρχουν τρεις κατηγορίες εμφιαλωμένου νερού αναγνωρισμένες από την Ευρωπαϊκή Ένωση:

- το επιτραπέζιο ή εμφιαλωμένο πόσιμο νερό
- το φυσικό μεταλλικό νερό και
- το νερό πηγής.

3.6.1. Το επιτραπέζιο νερό (εμφιαλωμένο πόσιμο).

Σύμφωνα με τη νομοθεσία, και πιο συγκεκριμένα με την Υ.Α. Α5/288/23.01.86 (ΦΕΚ 379/Β/86-53/Β86 και όπως αυτή τροποποιήθηκε από την Υ2/2600/2001 (ΦΕΚ 892/Β/11-7-01), το επιτραπέζιο νερό επιτρέπεται να είναι οποιασδήποτε προέλευσης, όπως για παράδειγμα από γεώτρηση, από λίμνη, από ποτάμι, ακόμη και αφαλατωμένο νερό θάλασσας. Επιτρέπεται να γίνει οποιαδήποτε διαδικασία απολύμανσης κρίνεται απαραίτητη, έτσι ώστε η σύστασή του να είναι σύμφωνη με τις απαιτήσεις της Οδηγίας 98/1983 που αφορά το εμφιαλωμένο πόσιμο νερό. Συνήθως για την απολύμανση των επιτραπέζιων νερών εφαρμόζεται η διαδικασία της μικροδιήθησης και του οζονισμού (απολύμανση με χρήση όζοντος) (ΕΦΕΤ 2003).

Το επιτραπέζιο νερό είναι πόσιμο νερό, που προσφέρεται συσκευασμένο στο εμπόριο αεροστεγώς (σε γυάλινες ή πλαστικές φιάλες) και προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση. Οι φυσικοχημικές του παράμετροι είναι σύμφωνες με εκείνες του κοινού πόσιμου νερού, δηλαδή η σύσταση του επιτραπέζιου νερού είναι η ίδια με αυτή του νερού της βρύσης. Με απλούστερα λόγια, πρόκειται για νερά με τα ίδια ποιοτικά χαρακτηριστικά, με τη διαφορά ότι το επιτραπέζιο νερό είναι εμφιαλωμένο, ενώ της βρύσης τρεχούμενο.

Σε ένα επιτραπέζιο νερό στο οποίο χρησιμοποιείται όζον για απολύμανση του νερού ο χημικός κίνδυνος από ιόντα βρωμίου είναι κίνδυνος με μεγάλη πιθανότητα εμφάνισης και

μεγάλη σοβαρότητα. Η απόλυτα ελεγχόμενη προσθήκη οξόντος διασφαλίζει αποτελεσματικά τον έλεγχο του σχηματισμού ιόντων βρωμίου (Εμβαλωματής και Μήτρακας 2008).

Το εμφιαλωμένο πόσιμο νερό μπορεί να φέρει τις ακόλουθες εμπορικές ονομασίες:

1. «Επιτραπέζιο Νερό»
2. «Επιτραπέζιο Νερό Ανθρακούχο, με προσθήκη διοξειδίου του άνθρακα»

Η λέξη «φυσικό» μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εμφιαλωμένα πόσιμα νερά που δεν έχουν υποστεί καμία επεξεργασία απολύμανσης.

Τα επιτραπέζια νερά στα οποία έχουν προστεθεί διάφορες επιτρεπόμενες ουσίες (εκτός του διοξειδίου του άνθρακα), όπως για παράδειγμα NaHCO_3 , άρωμα φρούτων κλπ., ανήκουν στην κατηγορία «ελεύθερα αλκοόλης ποτά».

Εκτός των υποχρεωτικών ενδείξεων που προαναφέρθηκαν πρέπει επίσης να αναγράφονται και τα παρακάτω:

- Αποτελέσματα επίσημης φυσικής και χημικής ανάλυσης του νερού, που θα αφορούν το μέσο όρο των αποτελεσμάτων των τεσσάρων εποχών του προηγούμενου έτους.
- Κατεργασίες καθαρισμού και απολύμανσης που ενδεχομένως πραγματοποιούνται κατά τη διαδικασία της εμφιάλωσης ή τυχόν προστιθέμενα συστατικά (ΕΦΕΤ 2003).

3.6.2. Το φυσικό μεταλλικό νερό.

Πρόκειται για νερό που έχει αποκλειστικά υπόγεια προέλευση και εμφιαλώνεται απευθείας στην πηγή προέλευσής του, που συνήθως είναι μια γεώτρηση.

Ως «φυσικό μεταλλικό νερό» νοείται το μικροβιολογικά υγιεινό νερό, που προέρχεται από ένα υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα ή ένα υπόγειο στρώμα και αναβλύζει από πηγή μέσω μίας ή περισσότερων φυσικών ή τεχνητών εξόδων μετά από γεώτρηση, οπότε και υπόκειται τελικά σε εκμετάλλευση.

Το φυσικό μεταλλικό νερό διακρίνεται σαφώς από το σύννηθες πόσιμο νερό:

- από τη φυσιολογική του σύσταση, που χαρακτηρίζεται από την περιεκτικότητά του σε ανόργανα άλατα, ιχνοστοιχεία ή άλλα συστατικά
- από τη φυσική καθαρότητά του,

χαρακτηριστικά που και τα δύο έχουν διατηρηθεί ανέπαφα λόγω της υπόγειας προέλευσης αυτού του νερού, το οποίο είναι προστατευμένο από κάθε κίνδυνο ρυπάνσεως (Οδηγία 2009/54/ΕΚ).

Σε αντίθεση με το επιτραπέζιο νερό, το φυσικό μεταλλικό νερό δεν πρέπει να υπόκειται σε καμία κατεργασία ή απολύμανση, που έχει ως αποτέλεσμα τη μεταβολή του μικροβιακού φορτίου. Η υπόγεια προέλευση του φυσικού μεταλλικού νερού, καθώς και η απαγόρευση οποιασδήποτε δραστηριότητας σε ικανοποιητική απόσταση γύρω από τη γεώτρηση (η απόσταση εξαρτάται από το είδος των πετρωμάτων της περιοχής), εξασφαλίζουν την προστασία του από τυχόν μικροβιακό φορτίο.

Πρακτικά η σύσταση του φυσικού μεταλλικού νερού μπορεί να διαφέρει από αυτήν του επιτραπέζιου, με το πρώτο να είναι συνήθως πιο πλούσιο σε μέταλλα και ιχνοστοιχεία όπως μαγνήσιο, ασβέστιο και κάλιο. Αντίθετα στην περίπτωση του φυσικού μεταλλικού νερού δεν λαμβάνει χώρα χημική απολύμανση αλλά μικροδιήθηση για την απομάκρυνση των υπαρχόντων μικροοργανισμών.

Η μόνη χημική επεξεργασία που επιτρέπεται στο φυσικό μεταλλικό νερό είναι η αφαίρεση ή η προσθήκη διοξειδίου του άνθρακα, οπότε το νερό χαρακτηρίζεται «φυσικά ανθρακούχο», «με προσθήκη διοξειδίου του άνθρακα» ή «ενισχυμένο με αέριο της πηγής», ανάλογα με την περίπτωση. Τέλος επιτρέπεται η επεξεργασία για απομάκρυνση περιορισμένου αριθμού χημικών στοιχείων (ΕΦΕΤ 2003).

Σύμφωνα με την οδηγία 2003/40/ΕΚ της επιτροπής της 16^{ης} Μαΐου 2003 για τον καθορισμό του καταλόγου, των οριακών τιμών συγκεντρώσεων και των ενδείξεων για την επισήμανση των συστατικών των φυσικών μεταλλικών νερών, καθώς και των όρων χρήσης του εμπλουτισμένου με όζον αέρα στην κατεργασία ορισμένων φυσικών μεταλλικών νερών και νερών πηγής, ορίζονται στους Πίνακες 5 και 6 οι ανώτατες τιμές για συστατικά που μπορεί να αποβούν επικίνδυνα για την υγεία των καταναλωτών.

Πίνακας 5. Συστατικά που είναι παρόντα με φυσικό τρόπο στα φυσικά μεταλλικά νερά

Συστατικά	Ανώτατες οριακές τιμές (mg/l)
Αντιμόνιο	0,0050
Αρσενικό	0,010 (συνολικά)
Βάριο	1,0
Κάδμιο	0,003
Χρώμιο	0,050
Χαλκός	1,0
Κυανιούχα	0,070
Φθοριούχα	5,0
Μόλυβδος	0,010
Μαγγάνιο	0,50
Υδράργυρος	0,0010
Νικέλιο	0,020
Νιτρικά	50
Νιτρώδη	0,1
Σελήνιο	0,010

Πηγή: Οδηγία αριθ. 2003/40/ΕΚ.

Πίνακας 6. Ανώτατες οριακές τιμές για τα κατάλοιπα κατεργασίας των φυσικών μεταλλικών νερών και των νερών πηγής με αέρα εμπλουτισμένο με όζον.

Κατάλοιπα κατεργασίας	Ανώτατες οριακές τιμές (mg/l)
Διαλυμένο όζον	50
Βρωμικά άλατα	3
Βρωμοφόρμια	1

Πηγή: Οδηγία αριθ. 2003/40/ΕΚ.

3.6.3. Το νερό πηγής

Πρόκειται για μια κατηγορία που κατατάσσεται κάπου ανάμεσα στο επιτραπέζιο και στο φυσικό μεταλλικό νερό. Το νερό πηγής μοιάζει με το φυσικό μεταλλικό νερό ως προς το ότι έχει οπωσδήποτε υπόγεια προέλευση, σταθερή σύσταση, δεν υφίσταται καμία διαδικασία απολύμανσης και εμφιαλώνεται πάντα στην πηγή προέλευσής του.

Διαφέρει όμως, από το φυσικό μεταλλικό νερό ως προς το ότι, οι φυσικοχημικές παράμετροί του (η σύστασή του) δεν ακολουθούν αυτές του φυσικού μεταλλικού, αλλά του επιτραπέζιου, δηλαδή του κοινού πόσιμου νερού. Με άλλα λόγια, το νερό πηγής δεν είναι πλούσιο σε κάποιο μεταλλικό στοιχείο (ασβέστιο ή μαγνήσιο για παράδειγμα) έτσι ώστε να χαρακτηριστεί ασβεστούχο ή μαγνησιούχο.

Πάντως το πιθανότερο, είναι να συναντήσουμε τον χαρακτηρισμό «νερό πηγής», σε κάποιο εισαγόμενο νερό, δεδομένου ότι τα ελληνικά νερά, ανήκουν είτε στα φυσικά μεταλλικά είτε στα επιτραπέζια.

Υπάρχει βέβαια και μια επιπρόσθετη «κατηγορία» νερών που είναι τα φερόμενα ως *ανθρακούχα νερά*. Τα ανθρακούχα εμφιαλωμένα νερά δεν συνιστούν ιδιαίτερη κατηγορία εμφιαλωμένων νερών, αλλά επιτρέπεται να ανήκουν σε μια από τις κατηγορίες των νερών που ήδη προαναφέρθηκαν. Για την κυκλοφορία των προϊόντων αυτών απαιτείται οπωσδήποτε η αναγραφή στην ετικέτα συσκευασίας, η σχετική ένδειξη (φυσικά ανθρακούχο, με προσθήκη διοξειδίου του άνθρακα- ενισχυμένο με αέριο της πηγής) (Κουφογιαννάκη 2005).

Η εμπορική ονομασία του φυσικού μεταλλικού νερού ή νερού πηγής μπορεί να είναι μια από τις παρακάτω:

- «Φυσικό Μεταλλικό Νερό»
- «Φυσικό Μεταλλικό Νερό φυσικώς αεριούχο»
- «Φυσικό Μεταλλικό Νερό ενισχυμένο με αέριο πηγής»
- «Φυσικό Μεταλλικό Νερό με προσθήκη διοξειδίου του άνθρακα»
- «Φυσικό Μεταλλικό Νερό ολικά απαεριωμένο»
- «Φυσικό Μεταλλικό Νερό μερικά απαεριωμένο»
- «Νερό πηγής»

Σύμφωνα με τον ΕΦΕΤ (2003), η επισήμανση των φυσικών μεταλλικών νερών ή νερών πηγής πρέπει να περιλαμβάνει υποχρεωτικά τις ακόλουθες ενδείξεις :

- την αναφορά της αναλυτικής συνθέσεως, με απαρίθμηση των χαρακτηριστικών στοιχείων

- τον τόπο εκμετάλλευσης της πηγής καθώς και την ονομασία αυτής
- την ένδειξη κάθε ενδεχόμενης διεργασίας που αφορά τον διαχωρισμό ενώσεων σιδήρου, μαγγανίου και θείου, καθώς και αρσενικού από ορισμένα φυσικά μεταλλικά νερά, δια κατεργασίας με αέρα εμπλουτισμένο με όζον, εφ' όσον η κατεργασία αυτή δεν έχει σαν αποτέλεσμα να τροποποιήσει τη σύσταση αυτή του νερού, όσον αφορά τα φυσικά συστατικά του.

Ένα όνομα οικισμού ή τοποθεσίας μπορεί να περιλαμβάνεται στο κείμενο της εμπορικής επωνυμίας με τον όρο ότι το φυσικό μεταλλικό νερό προέρχεται από πηγή και φυσικά θα πρέπει το όνομα να ανταποκρίνεται στον πραγματικό χώρο εκμετάλλευσης της πηγής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Η ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

4.1. Γενικά περί μικροοργανισμών.

Ο όρος μικρόβιο χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στο τέλος του 19^{ου} αιώνα. Ως μικρόβια θεωρήθηκαν τότε, αδιάκριτα από την συστηματική τους ταξινόμηση, οι οργανισμοί που εντοπίζονταν με το μικροσκόπιο. Η χρήση λοιπόν του όρου ήταν πολύ γενική. Σήμερα που η μελέτη των μικροοργανισμών έχει προχωρήσει σημαντικά ο όρος μικρόβιο χρησιμοποιείται για να περιγράψει το σύνολο των μικροοργανισμών, ιδιαίτερα των βακτηρίων και των μυκήτων. Οι σημερινές γνώσεις της βιολογίας των μικροσκοπικών οργανισμών, έχουν δείξει ότι στη φύση υπάρχει μεγάλος αριθμός μικροοργανισμών που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στις οικολογικές ισορροπίες ενώ ελάχιστα μόνο είδη εξ' αυτών είναι παθογόνα για τον άνθρωπο, τα ζώα ή τα φυτά. Οι μικροοργανισμοί αποτελούν βασικό κρίκο στους βιολογικούς κύκλους και εξασφαλίζουν την ροή τους. Οι μικροοργανισμοί για παράδειγμα, είναι οι βιολογικοί παράγοντες που αποσυνθέτουν την οργανική ύλη, δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο κλπ. Χρησιμοποιούνται ακόμη από τον άνθρωπο για την παραγωγή αγαθών, όπως τρόφιμα, φάρμακα, ενώ με τις τελευταίες εξελίξεις της βιοτεχνολογίας, ανακαλύπτονται νέες εφαρμογές των μικροοργανισμών για παραγωγικούς σκοπούς (Ζανάκη 2001).

4.2. Μικροβιολογία του εμφιαλωμένου νερού.

Αναφορικά λοιπόν με την ποιότητα του νερού που προορίζεται για εμφιάλωση έχουν καθιερωθεί συγκεκριμένα πρότυπα που ως στόχο έχουν να διασφαλίσουν ότι το τελευταίο θα είναι απαλλαγμένο από τους όποιους μολυσματικούς παράγοντες. Ο στόχος είναι το εμφιαλωμένο νερό να είναι όσο το δυνατόν καλύτερης ποιότητας για να προστατευθεί το κοινό από την πρόκληση ασθενειών που σχετίζονται με την κατανάλωση νερού. Η μικροβιολογική ποιότητα του εμφιαλωμένου νερού καθορίζεται από την ελληνική νομοθεσία σε εναρμόνιση με την σχετική Ευρωπαϊκή νομοθεσία (Venieri *et al.*, 2006).

Το εμφιαλωμένο νερό είναι σπάνια απολύτως καθαρό και απαλλαγμένο από μικροοργανισμούς. Μετά την εμφιάλωση ο πληθυσμός των βακτηρίων που υπάρχουν στον περιέκτη, αυξάνουν με γρήγορους ρυθμούς, εις βάρος της οργανικής ύλης που περιέχεται

στο νερό. Η αύξηση αυτή τείνει να είναι πιο ραγδαία σε νερά μη ανθρακούχα και σε νερά που βρίσκονται σε πλαστικές φιάλες.

Η Αρχή Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ (Food and Drug Administration), για το εμφιαλωμένο νερό επιτρέπει την παρουσία κολοβακτηριοειδών σε ποσοστό ένα στα δέκα μπουκάλια νερού (όταν η απομόνωση γίνεται χρησιμοποιώντας την μέθοδο φίλτρων μεμβρανών). Από την άλλη πλευρά, οι κανονισμοί της Ευρωπαϊκής Ένωσης, εμφανίζονται να είναι πολύ πιο αυστηροί και απαιτούν την απουσία των μικροβιακών ομάδων OMX, Κολοβακτηριοειδή ή *Escherichia coli* ή Εντερόκοκκοι, σπορογόνα θειαναωγικά κλωστρίδια και τέλος την απουσία πυοκυανικής ψευδομονάδας (*Pseudomonas aeruginosa*) (Rosenberg 2003).

Μελέτες έχουν δείξει ότι ο βακτηριακός πληθυσμός στο εμφιαλωμένο νερό, αυξάνει μετά την εμφιάλωση, μεταξύ της πρώτης και δεύτερης εβδομάδας, ενώ στη συνέχεια τείνει να παραμένει σταθερός για περίπου έξι μήνες (Gonzalez *et al.*, 1987).

Ο πληθυσμός των βακτηρίων τείνει να αυξάνεται συνεχώς μέχρι όμως να εξαντληθεί η διαθέσιμη οργανική ύλη που εμπεριέχεται στο εκάστοτε δοχείο. Επιπλέον, αν το νερό είναι αποθηκευμένο σε θερμοκρασία δωματίου, όπως και συνηθίζεται, δε θα χρειαστούν παρά μόνο λίγες ημέρες για να φτάσει η συγκέντρωση 10^4 και 10^5 cfus/ml. Η ψύξη επηρεάζει τη διαδικασία της αύξησης, επιβραδύνοντάς την. Άλλωστε δεν θα πρέπει να ξεχνάμε ότι το μπουκάλι ή η φιάλη λειτουργεί ως ένα κλειστό σύστημα.

Είναι μικρό το ποσοστό των ανθρώπων που θεωρούν ότι το εμφιαλωμένο νερό μπορεί να προκαλέσει βλάβες στον ανθρώπινο οργανισμό. Παρά ταύτα έχουν υπάρξει περιστατικά λοιμώξεων τα οποία όμως δεν αναφέρθηκαν (Rosenberg 2003).

Ένα εμφιαλωμένο νερό θα μπορούσε να προκαλέσει ασθένεια σε περίπτωση που δεν επεξεργάστηκε σωστά ή η απολύμανσή του ήταν ανεπαρκής και δεν έχει πλήρως απομακρυνθεί το μικροβιακό φορτίο (Health Canada, 2009).

Τα προβλήματα υγείας με τα οποία συνδέεται η κατανάλωση ακατάλληλου εμφιαλωμένου νερού αφορούν οφθαλμικές και ωτικές λοιμώξεις, λοιμώξεις στο ουροποιητικό στο αναπνευστικό, ακόμη και στο αίμα από την πυοκυανική ψευδομονάδα. Σύμφωνα με τον επίκουρο καθηγητή Υγιεινής του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης κ. Απ. Βανταράκη, τα προβλήματα δεν εμφανίζονται γενικά σε υγιείς ανθρώπους, αλλά σε άτομα με εξασθενημένο ανοσοποιητικό σύστημα και στις ευαίσθητες ομάδες του πληθυσμού, όπως είναι τα παιδιά και οι ηλικιωμένοι (Τράτσα και Τσώλη 2005).

Παρακάτω θα περιγράψουμε τις εργαστηριακές μεθόδους ανάλυσης μικροβιακού φορτίου καθώς και μεμονωμένα την κάθε κατηγορία μικροοργανισμών που ενδιαφέρει το εμφιαλωμένο πόσιμο, μεταλλικό και επιτραπέζιο νερό.

4.3. Μέθοδοι μικροβιολογικής εξέτασης εμφιαλωμένου νερού.

Με τον όρο *μικροβιολογική εξέταση νερού* εννοείται ο εντοπισμός και ο ποσοτικός προσδιορισμός των μικροοργανισμών που περιέχονται σε ένα δείγμα νερού. Ως δείκτες κοπρανώδους ρύπανσης έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για αρκετά χρόνια στο παρελθόν και εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται σήμερα, η ομάδα των ολικών κολοβακτηριοειδών (*Total Coliform*), η ομάδα των κοπρανωδών κολοβακτηριοειδών (*Fecal Coliform*) και η ομάδα των κοπρανωδών στρεπτόκοκκων (*Fecal Streptococci*). Οι δυο πρώτες ομάδες παίρνουν το όνομα τους από την μορφολογική τους ομοιότητα με το βακτήριο *Escherichia coli*, βακτήριο που ζει συμβιωτικά στο τμήμα κόλον του εντερικού σωλήνα του ανθρώπου. Το βακτήριο *E.coli* είναι από τα πιο μελετημένα και ευκόλως προσδιοριζόμενα βακτήρια και γι' αυτό δημιουργήθηκε η -εκτός ταξινομικής- ομάδα των κολοβακτηριδιομόρφων που μοιάζουν με το βακτήριο αυτό (*Coliform*). Στην ομάδα των ολικών κολοβακτηριοειδών, περιλαμβάνονται αερόβια και επαμφοτερίζοντα βακτήρια που είναι πλατιά διαδεδομένα και αναπτύσσονται στο έδαφος, τα επιφανειακά νερά, τα τρόφιμα. Η ομάδα αυτή, περιλαμβάνει είδη από τα γένη *Klebsiella*, *Enterobacter* και *Citrobacter*. Στην ομάδα των ολικών κολοβακτηριοειδών περιλαμβάνονται ακόμα είδη που ζουν στο παχύ έντερο του ανθρώπου και των θερμόαιμων ζώων και αποβάλλονται με τα λύματα και κτηνοτροφικά απόβλητα. Η παρουσία αντιπροσώπων από την ομάδα αυτή στο νερό, αποτελεί ένδειξη επιμόλυνσης από εξωγενείς παράγοντες αν και δεν είναι απαραίτητο η προέλευσή τους να είναι αποκλειστικά κοπρανώδης.

Στην ομάδα των κοπρανωδών κολοβακτηριοειδών περιλαμβάνονται είδη που ζουν αποκλειστικά στο έντερο του ανθρώπου και των θερμόαιμων ζώων. Τα κοπρανώδη κολοβακτηριοειδή ταξινομικά, ανήκουν στην οικογένεια των *Enterobacteriaceae* που περιλαμβάνει και το είδος *E. coli*. Η παρουσία κοπρανωδών κολοβακτηριδίων στο νερό αποτελεί σαφώς ένδειξη κοπρανώδους επιμόλυνσης, χωρίς όμως να καθιστά το νερό υγειονομικά επικίνδυνο εάν δεν έχει ανιχνευθεί και η παρουσία συγκεκριμένων παθογόνων παραγόντων.

Οι κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι είναι βακτήρια που ζουν συνήθως στο έντερο του ανθρώπου και των θερμόαιμων ζώων. Η παρουσία κοπρανωδών στρεπτόκοκκων στο νερό αποτελεί απόδειξη κοπρανώδους μόλυνσης. Η ομάδα των κοπρανωδών στρεπτόκοκκων

περιλαμβάνει διαφορετικά είδη, όπως τα *Streptococcus faecalis*, *Streptococcus faecium*, *Streptococcus bovis*, και *Streptococcus equinus*, το καθένα με διαφορετικά βιοχημικά χαρακτηριστικά και εξειδίκευση ως προς τον ξενιστή τους. Οι διαφορές μεταξύ των ειδών και *Streptococcus*, χρησιμοποιούνται για την ταυτοποίηση της πηγής μόλυνσης του νερού.

Δύο είναι οι συνηθέστερα χρησιμοποιούμενες μέθοδοι για τον προσδιορισμό του αριθμού των κολοβακτηριοειδών στο νερό. Η μέθοδος των πολλαπλών σωλήνων που δίνει τον πιθανότερο αριθμό κολοβακτηριοειδών σε δείγμα 100 ml νερού και η μέθοδος διήθησης από μεμβράνες που δίνει τον ολικό αριθμό κολοβακτηριοειδών που περιέχονται σε δείγμα 100 ml νερού.

Η μέθοδος των πολλαπλών σωλήνων βασίζεται στην ιδιότητα των βακτηρίων της ομάδας αυτής να ζυμώνουν ορισμένα θρεπτικά συστατικά και να παράγουν διοξείδιο του άνθρακα. Με τη χρησιμοποίηση διαφορετικών θρεπτικών υποστρωμάτων και θερμοκρασιών επώασης, είναι δυνατός ο διαχωρισμός των ολικών από τα κοπρανώδη κολοβακτηριοειδή. Ο προσδιορισμός του αριθμού των κολοβακτηριοειδών, γίνεται με την επώαση διαδοχικών αραιώσεων του δείγματος σε ορισμένη θερμοκρασία και στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων. Η επώαση γίνεται σε δοκιμαστικούς σωλήνες. Για κάθε αραιώση χρησιμοποιούνται 5-6 σωλήνες. Μετά από ορισμένο χρόνο οι σωλήνες εξετάζονται για παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα και σημειώνεται ο αριθμός των θετικών σωλήνων σε κάθε μια από τις αραιώσεις. Τα αποτελέσματα συγκρίνονται με πίνακα που με προσέγγιση 95% δίνει τον πιθανότερο αριθμό κολοβακτηριοειδών.

Η μέθοδος των μεμβρανών (Εικόνα 2) βασίζεται στην κατακράτηση με διήθηση όλων των μικροοργανισμών με μέγεθος μεγαλύτερο των 0,45 μ (διάμετρος πόρου της μεμβράνης) που περιέχονται σε ορισμένο όγκο διηθούμενου δείγματος. Ακολουθεί ανάπτυξη των κολοβακτηριοειδών σε αποικίες, με την χρησιμοποίηση εκλεκτικών υποστρωμάτων για την επώαση των μεμβρανών στην κατάλληλη θερμοκρασία. Ο προσδιορισμός του ολικού αριθμού κολοβακτηριοειδών γίνεται με απευθείας καταμέτρηση των αναπτυσσόμενων (σε περίπτωση θετικού αποτελέσματος) αποικιών στην μεμβράνη και αναγωγή του αριθμού τους στον όγκο που διηθήθηκε.



Εικόνα 2. Μέθοδος διήθησης με μεμβράνες (Membrane Filtration).

Με τη μέθοδο των μεμβρανών μπορούν να μετρηθούν ξεχωριστά τα ολικά κολοβακτηριοειδή, οι κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι αλλά και μεμονωμένα είδη όπως η *Salmonella typhi* κ.λπ. εφόσον χρησιμοποιηθούν τα κατάλληλα υποστρώματα και θερμοκρασίες επώασης. Η ταυτοποίηση των ειδών γίνεται με βιοχημικές δοκιμασίες ή μικροσκοπική παρατήρηση.

Οι μέθοδοι που αναφέρθηκαν περιγράφονται σύμφωνα με την τελευταία έκδοση της αμερικάνικης υπηρεσίας δημόσιας υγείας (Ζανάκη 2001).

4.4. Μικροοργανισμοί εμφιαλωμένου μεταλλικού ή επιτραπέζιου νερού.

Στόχος των μικροβιολογικών αναλύσεων είναι ο προσδιορισμός των παθογόνων μικροοργανισμών που βρίσκονται στο νερό. Επειδή η απομόνωση και η αναγνώριση του κάθε είδους μικροοργανισμού παρουσιάζει τεχνικές δυσκολίες και επειδή ο αριθμός των παθογόνων μικροοργανισμών είναι πολύ μικρός σε σχέση με το σύνολο των μικροοργανισμών που υπάρχουν στο νερό, για τον προσδιορισμό της πιθανότητας που έχει το νερό να μεταδώσει ασθένειες χρησιμοποιούνται οργανισμοί που ονομάζονται δείκτες. Η ύπαρξη οργανισμών δεικτών στο νερό υποδεικνύει μόλυνση του νερού. Οι οργανισμοί

δείκτες ενδέχεται να συνοδεύονται από παθογόνους μικροοργανισμούς, οι ίδιοι όμως δεν είναι παθογόνοι.

Οι μικροοργανισμοί που ενδιαφέρουν το εμφιαλωμένο μεταλλικό ή επιτραπέζιο νερό είναι οι ακόλουθοι:

- *Pseudomonas aeruginosa* (πυοκυανική ψευδομονάδα)
- Ολικά κολοβακτηριοειδή (Total Coliforms)
- Κοπρανώδη κολοβακτηριοειδή (fecal coliforms) ή Εντερόκοκκοι ή *E.coli*
- Ολική μεσόφιλη χλωρίδα (OMX, Total count) στους 20-22 °C για 72 h και στους 37 °C για 24 h.
- Σπορογόνα θειαναγωγικά κλωστρήδια.

Οι παραπάνω μικροοργανισμοί αποτελούν έναν δείκτη ουσιαστικά για την καθαρότητα του νερού, ενώ σε αυτούς εστιάζονται οι αναλύσεις σε εργαστηριακή κλίμακα (σε καθημερινή βάση), σε κάθε εμφιαλωτική εταιρεία νερού. Οι μικροβιολογικές παράμετροι εμφιαλωμένου πόσιμου, φυσικού μεταλλικού και νερού πηγής παρουσιάζονται στους πίνακες 7 και 8 που ακολουθούν (ΕΦΕΤ 2003).

Πίνακας 7. Μικροβιολογικοί παράμετροι εμφιαλωμένου πόσιμου νερού (σύμφωνα με τις αποφάσεις Υ.Δ.Α 1β/4841/79 και ΥΑ Α5/288/86).

Παράμετρος	Πηγή υδροληψίας		Μετά την εμφιάλωση		Έτοιμο προϊόν, στη φάση της εμπορίας
	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή τιμή	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή τιμή	
OMX (22 °C- 72 h)	<20 cfus/ml	<100 cfus/ml	<20 cfus/ml	<100 cfus/ml	Ο αριθμός τους δεν πρέπει να είναι διαφορετικός από εκείνον που προέρχεται από τον φυσιολογικό πολλαπλασιασμό των μικροβίων, τα οποία περιείχε το νερό στην πηγή του.
OMX (37 °C- 48 h)	<5 cfus/ml	<20 cfus/ml	<5 cfus/ml	<20 cfus/ml	
Παράσιτα, ωάρια προνύμφες εντόμων	Απουσία στο ίζημα από 500 ml του υπό εξέταση δείγματος		Απουσία		Απουσία
Παθογόνοι μικροοργανισμοί (σαλμονέλες)	Απουσία στα 1000 ml				
Κολοβακτηριοειδή (<i>E.coli</i> , Εντερόκοκκοι)	Απουσία στα 1000 ml		Απουσία στα 100 ml		Απουσία στα 100 ml
Σπορογόνα θειαναγωγικά κλωστηρίδια	Απουσία στα 20 ml		Απουσία στα 20 ml		Απουσία στα 20 ml
Πυοκυανική ψευδομονάδα (<i>P. aeruginosa</i>)	Απουσία στα 100 ml		Απουσία στα 100 ml		Απουσία στα 100 ml

Πηγή: ΕΦΕΤ (2003)

Πίνακας 8. Μικροβιολογικοί παράμετροι φυσικού μεταλλικού νερού ή νερού πηγής σύμφωνα με το Π.Δ. 433/9-1-1983.

Παράμετρος	Πηγή υδροληψίας	Μετά την εμφιάλωση	Έτοιμο προϊόν, στη φάση της εμπορίας
ΟΜΧ (20-22°C - 72h)	<20 cfus/ml	<100 cfus/ml	Ο αριθμός τους δεν πρέπει να είναι διαφορετικός από εκείνον που προέρχεται από τον φυσιολογικό πολλαπλασιασμό των μικροβίων, τα οποία περιείχε το νερό στην πηγή του.
ΟΜΧ (37°C - 24h)	<5 cfus/ml	<100 cfus/ml	
Παράσιτα κ. παθογόνοι μικροοργανισμοί	Απουσία	Απουσία	
Κολοβακτηριοειδή (<i>E.coli</i> , <i>Εντερόκοκκοι</i>)	Απουσία στα 250 ml	Απουσία στα 250 ml	Απουσία στα 250 ml
Σπορογόνα θειαναγωγικά κλωστηρίδια	Απουσία στα 50 ml	Απουσία στα 50 ml	Απουσία στα 50 ml
Πυοκυανική ψευδομονάδα (<i>Ps. Aeruginosa</i>)	Απουσία στα 250 ml	Απουσία στα 250 ml	Απουσία στα 250 ml

Πηγή: ΕΦΕΤ (2003)

Στη συνέχεια περιγράφονται οι τρόποι με τους οποίους πραγματοποιείται ο μικροβιολογικός έλεγχος του εμφιαλωμένου νερού στην εμφιαλωτική εταιρεία Natoura Bottling S.A. (στο Λουτράκι Κορινθίας), στην οποία και πραγματοποίησα την πρακτική μου εξάσκηση. Συγκεκριμένα αναπτύσσεται η μεθοδολογία που εφαρμόζεται από την συγκεκριμένη εταιρεία για την ανίχνευση και καταμέτρηση των πέντε βασικών μικροβιακών ομάδων που αφορούν το εμφιαλωμένο μεταλλικό ή επιτραπέζιο νερό και πραγματοποιούνται στο εργαστήριο ποιοτικού ελέγχου, σε καθημερινή βάση και σε αρκετά μεγάλο αριθμό δειγμάτων (περίπου κάθε μια ώρα διεξάγονται οι αναλύσεις στο

έτοιμο προϊόν). Η μεθοδολογία που ακολουθείται βασίζεται στα σχετικά πρότυπα του Ελληνικού Οργανισμού Τυποποίησης (ΕΛΟΤ).

4.4.1. Ανίχνευση και καταμέτρηση Πνοοκυανικής Ψευδομονάδας.

Το βακτήριο *Pseudomonas aeruginosa* (Εικόνα 3) είναι μέλος της κατηγορίας των Proteobacteria. Είναι αρνητικός κατά gram, αερόβιος βάκιλος που ανήκει στην οικογένεια Pseudomonadaceae.

Όπως άλλα μέλη του γένους, η *P. aeruginosa* είναι ένα βακτηρίδιο ελεύθερης διαβίωσης, που εντοπίζεται συνήθως στο έδαφος και στο νερό. Εντούτοις εμφανίζεται συχνά στις επιφάνειες των εγκαταστάσεων και περιστασιακά στις επιφάνειες (δέρμα) των ζώων. Τα μέλη του γένους είναι αρκετά γνωστά στους μικροβιολόγους και αυτό διότι είναι από τις λίγες ομάδες βακτηρίων που είναι αληθινά παθογόνα των εγκαταστάσεων. Η *P. aeruginosa* γίνεται όλο και περισσότερο αναγνωρισμένη ως ευκαιριακό παθογόνο. Όλο και περισσότερες επιδημιολογικές έρευνες δείχνουν ότι πρόκειται για ένα νοσοκομειακό παθογόνο του οποίου η αντιβιοτική αντίσταση αυξάνεται στις κλινικές απομονώσεις.

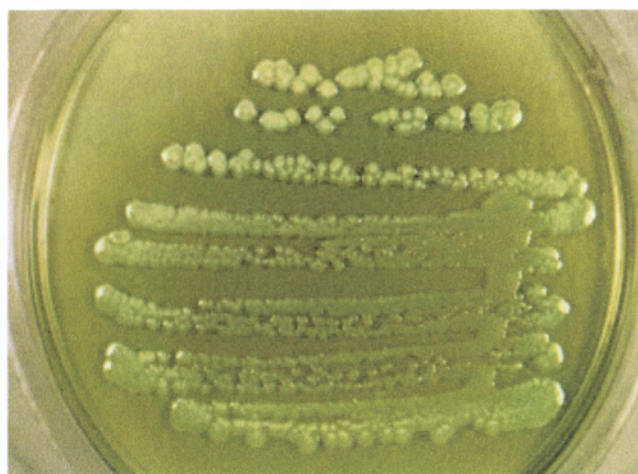


Εικόνα 3. Κύτταρα του βακτηρίου *Pseudomonas aeruginosa* Πηγή: Todar (2009c).

Το βακτήριο αυτό προκαλεί μολύνσεις του ουροποιητικού και του αναπνευστικού συστήματος, γαστρεντερικές μολύνσεις και δερματίτιδες, ιδιαίτερα στις ευπαθείς ομάδες που πάσχουν από σοβαρά εγκαύματα, καρκίνο και AIDS. Στα προαναφερθέντα περιστατικά, το ποσοστό θνησιμότητας αγγίζει το 50% των ασθενών.

Έχει απλές θρεπτικές απαιτήσεις, ενώ συχνά έχει παρατηρηθεί η αύξησή του σε απεσταγμένο νερό. Εργαστηριακά το απλούστερο μέσο για την ανάπτυξη της ψευδομονάδας αποτελείται από οξικό άλας, θειικό άλας, και αμμωνιακών αλάτων ως πηγή

αζώτου. Η αύξησή της είναι αρκετά εύκολη αφού μπορεί να χρησιμοποιεί περισσότερες από 75 οργανικές ενώσεις. Η βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξης εντοπίζεται στους 37 βαθμούς Κελσίου αλλά είναι σε θέση να αυξηθεί ακόμη και σε θερμοκρασίες υψηλότερες (42 °C). Είναι βακτήριο ανθεκτικό σε φυσικούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία, οι υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων και χρωστικών ουσιών, ήπιων αντισηπτικών, και άλλων συνηθισμένων αντιβιοτικών ευρείας χρήσης. Παρουσιάζει επίσης μια προτίμηση για αύξηση σε περιβάλλοντα υγρού χαρακτήρα. Οι απομονώσεις της παρουσιάζουν διάφορους τύπους αποικιών. Ένα παράδειγμα αποικιών σε τρυβλίο με άγαρ φαίνεται στην **Εικόνα 4**.



Εικόνα 4. Αποικίες του βακτηρίου *Pseudomonas aeruginosa*. Πηγή: Todar (2009c).

Τα θρεπτικά υλικά που συνήθως χρησιμοποιούνται είναι το M-PA agar, *Pseudomonas* agar Base και *Pseudomonas* amboules. Για την ανίχνευση της Πυοκυανικής Ψευδομονάδας χρησιμοποιείται η μέθοδος των μεμβρανών. Με βάση τη μέθοδο αυτή, ο απαιτούμενος όγκος δείγματος (100 ml ή 250 ml) διηθείται διαμέσου αποστειρωμένης μεμβράνης με διάμετρο πόρων 0,45 μm και η μεμβράνη τοποθετείται σε τρυβλίο με το θρεπτικό υλικό *Pseudomonas* Agar Base, χωρίς να εγκλωβιστούν φυσαλίδες αέρα κάτω από τη μεμβράνη.

Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί έτοιμο θρεπτικό υλικό *Pseudomonas* broth που περιέχεται σε αμπούλες των 2 ml και φυλάσσεται στο ψυγείο σε θερμοκρασίες 2-8 °C. Ακολουθείται η επεξεργασία του δείγματος όπως αναφέρθηκε παραπάνω (παράγραφος 4.3) με τη διαφοροποίηση ότι σε κάθε τρυβλίο τοποθετούνται με ασηπτικές συνθήκες απορροφητικά pads και κατόπιν προστίθεται η συγκεκριμένη ποσότητα που περιέχεται σε κάθε αμπούλα του έτοιμου θρεπτικού υλικού.

Για την επώαση των μεμβρανών τα τρυβλία τοποθετούνται ανεστραμμένα σε επωαστικό κλίβανο στους $41,5 \pm 1$ °C για 72 h (συνθήκες επώασης που ισχύουν για το

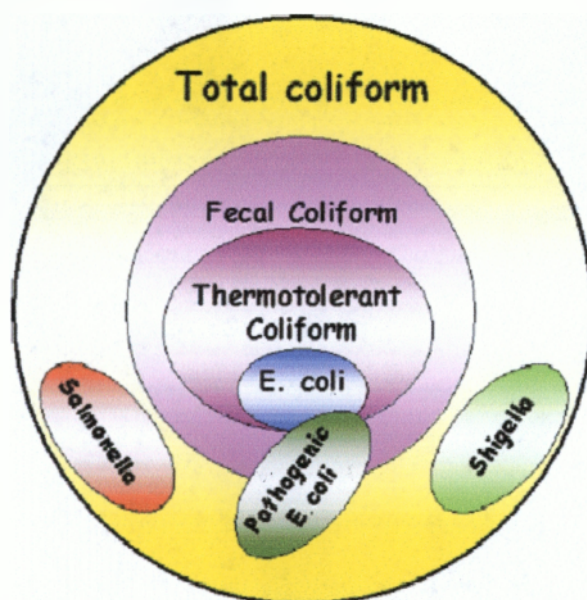
θρεπτικό υλικό M-PA). Για το έτοιμο θρεπτικό υλικό και για το *Pseudomonas agar base* η επώαση γίνεται σε επωαστικό κλίβανο στους 35 ± 1 °C για 48 h.

Πιθανές αποικίες πνοκυανικής ψευδομονάδας έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: γαλαζοπράσινες ή καστανοπράσινες αποικίες ή αποικίες που εκπέμπουν φθορισμό κάτω από έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία UV σε σκοτεινό δωμάτιο ή σε ειδική συσκευή που αποκλείει το ορατό φως. Είναι επίπεδες αποικίες με διάμετρο 0,8- 2,2 mm.

Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως «αποικίες/250 ml» με απλή καταμέτρηση ή σύμφωνα με τη σχέση που ορίζει το ISO (ΕΛΟΤ EN 12780 : 2002).

4.4.2. Ανίχνευση και καταμέτρηση ολικού αριθμού κολοβακτηριοειδών (Total Coliforms).

Τα κολοβακτηριοειδή (Εικόνα 5) είναι οργανισμοί ικανοί να σχηματίσουν αποικίες αεροβίως στους $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ πάνω σε εκλεκτικό θρεπτικό υλικό που περιέχει λακτόζη, με ταυτόχρονη παραγωγή οξέος, αερίου και αλδεύδης μέσα σε 24-48 h. Είναι αρνητικοί κατά gram μη σπορογόνοι βάκιλοι που δίνουν αρνητικό τεστ οξειδάσης και μπορούν να αναπτυχθούν κάτω από αερόβιες αλλά και αναερόβιες συνθήκες.

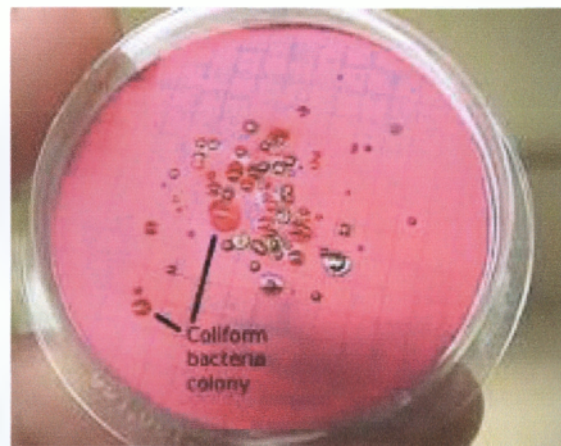


Εικόνα 5. Η οικογένεια των κολοβακτηριοειδών. Πηγή: University of California (2007).

Θρεπτικά υλικά που χρησιμοποιούνται για την καταμέτρηση των κολοβακτηριοειδών είναι τα M-ENDO MEDIUM και M-ENDO (σε αμπούλες). Η επεξεργασία των δειγμάτων με τη μέθοδο των μεμβρανών (MF) γίνεται σε τρυβλία 55 mm, στα οποία τοποθετούνται

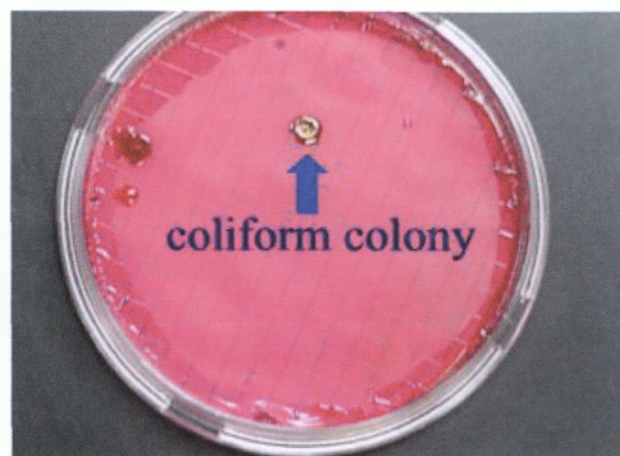
με ασηπτικές συνθήκες αποστειρωμένα απορροφητικά pads και προστίθενται 2-3 ml του ανωτέρω θρεπτικού υλικού (Εικόνες 6 και 7). Στη συνέχεια ο απαιτούμενος όγκος δείγματος (100 ml ή 250 ml) διηθείται, δια μέσου μιας αποστειρωμένης μεμβράνης (47-50 mm διαμέτρου) με διάμετρο πόρων 0,45 μm. Η μεμβράνη τοποθετείται ασηπτικά πάνω στο pad έτσι ώστε να μην εγκλωβιστούν από κάτω φυσαλίδες αέρα. Η επώαση γίνεται για 20 - 22 ώρες σε επωαστικό κλίβανο στους $35 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ως πιθανά ολικά κολοβακτηριοειδή χαρακτηρίζονται όλες οι αποικίες, ανεξαρτήτου σχήματος που έχουν χαρακτηριστικά όπως σκούρο κόκκινο χρώμα με χρυσοπράσινη ή μεταλλική λάμψη, όπως φαίνεται στις εικόνες 6 και 7 που ακολουθούν (ΕΛΟΤ EN 9308-1/2000).



Εικόνα 6. Αποικίες ολικών κολοβακτηριοειδών.

Πηγή: <http://water.me.vccs.edu/courses/env108/lab3.htm>



Εικόνα 7. Εμφάνιση κολοβακτηριοειδών.

Πηγή: <http://www.water-research.net/Watershed/ecoli.htm>

4.4.3. Ανίχνευση και καταμέτρηση των κολοβακτηριοειδών κοπρανώδους προέλευσης (Fecal Coliforms).

Τα παθογόνα κολοβακτηριοειδή είναι θερμοανθεκτικοί μικροοργανισμοί που έχουν τις ίδιες ζυμωτικές και βιοχημικές ιδιότητες με τα ολικά κολοβακτηριοειδή αλλά στους 44 ± 1 °C μέσα σε 24 h. Χαρακτηριστικό είδος είναι το *Escherichia coli*. Ο Theodor Escherich πρώτη φορά το περιέγραψε το 1885, ως κολοβακτηρίδιο, απομονώνοντάς το από τα περιττώματα των νεογνών. Αργότερα μετονομάστηκε σε *Escherichia coli*, και για πολλά έτη το βακτηρίδιο αυτό θεωρούνταν απλά ένας οργανισμός συμβιωτικός του μεγάλου εντέρου. Το *E.coli* είναι γνωστό στους μικροβιολόγους ως εντερικό βακτήριο, επειδή ζει στο εντερικό κομμάτι των ανθρώπων και των ζώων. Άλλα πολύ γνωστά εντερικά βακτήρια είναι η *Salmonella*, που ευθύνεται για τον τυφοειδή πυρετό και η *Shigella* που είναι η αιτία της δυσεντερίας. Το βακτήριο *E. coli* ανήκει στην οικογένεια *Enterobacteriaceae*, η οποία αποτελείται από αρνητικά κατά gram, μη σπορογόνα ραβδόμορφα βακτήρια.

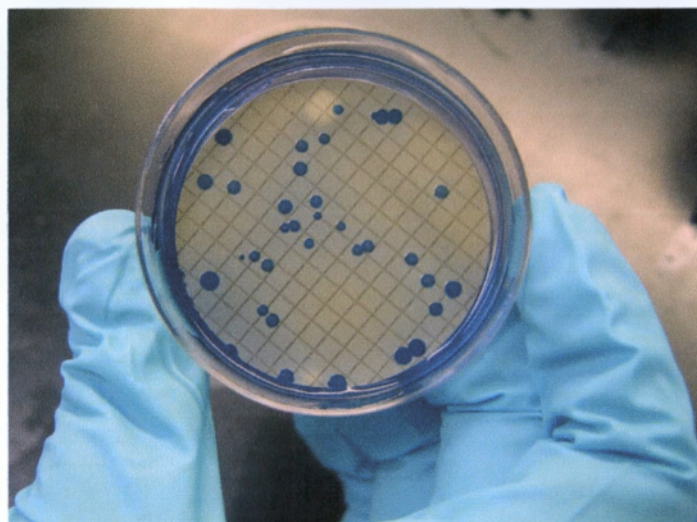
Το *E.coli* για πολύ καιρό, χρησιμοποιήθηκε ως δείκτης της περιττωματικής ρύπανσης στις τροπικές και θερμές χώρες. Οι δοκιμές για την απομόνωση του *E.coli* χαρακτηρίζονται σχετικά εύκολες. Οι κανονισμοί σε ό,τι αφορά το νερό εστιάζουν στον όρο «coliforms count». Ο αριθμός αυτός πρέπει να είναι μηδενικός. Στις ΗΠΑ για παράδειγμα με κανονισμό του 1986 καθορίζεται ότι θα πρέπει το πόσιμο νερό να έχει 0 cfu/100ml δείγματος νερού, ανεξάρτητα από την μέθοδο ή την συχνότητα δειγματοληψίας. Υπάρχουν βέβαια και περιπτώσεις όπου θα πρέπει να γίνεται επιπλέον διάκριση μεταξύ fecal coliforms (κοπρανωδών αποικιών) όπως το βακτήριο *E.coli* και non-fecal coliforms (μη κοπρανωδών αποικιών) όπως τα βακτήρια *Klebsiella* και *Enterobacter*.

Στο φυσικό του περιβάλλον όπως και υπό συνθήκες εργαστηρίου, το *E. coli* μπορεί να ανταποκριθεί σε περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως οι χημικές ενώσεις, το pH και η θερμοκρασία. Μπορεί να σταματά αλλά και να αναστέλλει την αύξησή του όταν υπάρχουν στο περιβάλλον ανασταλτικές ουσίες. Με τους σύνθετους μηχανισμούς που διαθέτει σαν βακτήριο μπορεί να αξιοποιήσει το χημικό περιεχόμενο του περιβάλλοντος που βρίσκεται, προκειμένου να χρησιμοποιήσει τις διαθέσιμες χημικές ενώσεις (Todar 2009a).

Η διαδικασία επεξεργασίας των δειγμάτων είναι η ίδια με αυτή που παρουσιάστηκε για την ανίχνευση και καταμέτρηση του ολικού αριθμού κολοβακτηριοειδών, και το θρεπτικό υλικό που χρησιμοποιείται είναι το MFC Agar. Τα περισσότερα στελέχη, αναπτύσσονται καλά υπό εργαστηριακές συνθήκες, παρουσία ή απουσία οξυγόνου (με

αναπνοή ή ζύμωση αντίστοιχα). Η επώαση γίνεται πρώτα σε επωαστικό κλίβανο στους 35 °C για 5h (αναζωογόνηση) και κατόπιν στους $44,5 \pm 1$ °C για 18 ± 1 h.

Ως πιθανές αποικίες κολοβακτηριοειδών χαρακτηρίζονται όλες οι αποικίες ανεξαρτήτου σχήματος που έχουν μπλε χρώμα, όπως φαίνεται στην (Εικόνα 8) που ακολουθεί. Αποικίες με χρώμα κίτρινο ενδέχεται να είναι άτυπες αποικίες *E.coli*.



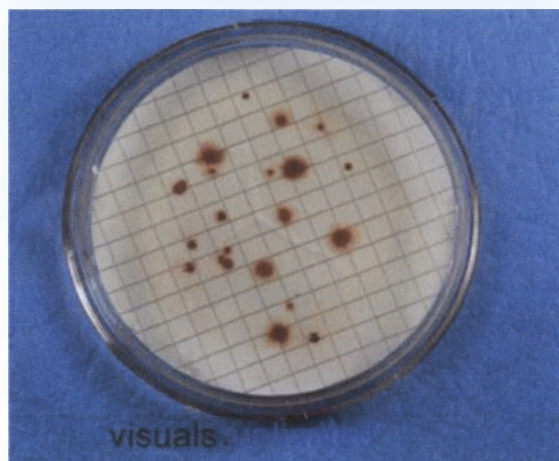
Εικόνα 8. Εμφάνιση αποικιών *E. coli*. Πηγή: USDA (2005)

4.4.4. Ανίχνευση και αρίθμηση κοπρανωδών (fecal) στρεπτόκοκκων με τη μέθοδο διήθησης από μεμβράνη.

Διεθνώς οι γνώμες διαφέρουν για το ποιοι στρεπτόκοκκοι θα πρέπει να θεωρούνται δείκτες κοπρανώδους ρύπανσης., Στη συνέχεια θα περιγραφεί η μέθοδος για την απομόνωση των στρεπτόκοκκων σύμφωνα με το πρότυπο του ΕΛΟΤ 947. Για τις εξετάσεις του νερού οι μικροοργανισμοί αυτοί μπορεί να θεωρηθούν δείκτες κοπρανώδους ρύπανσης και η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί σε νερά διαυγή.

Η αρίθμηση των κοπρανωδών στρεπτόκοκκων βασίζεται στη διήθηση ορισμένου όγκου δείγματος νερού δια μέσου μεμβράνης με μέγεθος πόρων 0,45 μm ικανό να κατακρατεί τα μικρόβια. Η μεμβράνη τοποθετείται σε στερεό εκλεκτικό θρεπτικό υλικό (άγαρ στρεπτόκοκκων KF και TTC) που περιέχει αζίδιο του νατρίου (sodium azide), για να αναστέλλει την ανάπτυξη των gram αρνητικών βακτηρίων και 2,3,5 triphenyl tetrazolium chloride, μια χρωστική που ανάγεται σε κόκκινο της φορμαζάνης από τον κοπρανώδη στρεπτόκοκκο. Τα τρυβλία επωάζονται ανεστραμμένα στους 36-38 °C για 44 - 48 ώρες.

Μετά την επώαση, όλες οι αναπτυχθείσες αποικίες που έχουν κόκκινο, ή ροζ χρώμα (Εικόνα 9) στο κέντρο της αποικίας ή και σε ολόκληρη, μετρώνται σαν κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι (ΕΛΟΤ 947:1996).



Εικόνα 9. Ανίχνευση κοπρανώδους στρεπτόκοκκου. Πηγή: Visuals Unlimited, Inc. (2010).

4.4.5. Ανίχνευση και καταμέτρηση ολικής μεσόφιλης χλωρίδας (OMX).

Ο ολικός αριθμός βακτηρίων, περιλαμβάνει όλα τα εν ζωή ετερότροφα βακτήρια στο νερό τα οποία αναπτύσσονται στους 22 ± 1 °C και στους 37 ± 1 °C. Τα θρεπτικά υλικά που χρησιμοποιούνται είναι το Standard Plate Count Agar, το Plate Count Agar και το TGE Agar.

Για την επεξεργασία των δειγμάτων χρησιμοποιείται η μέθοδος Pour Plate. Με ασηπτικές συνθήκες τοποθετείται 1 ml δείγματος σε αποστειρωμένο τρυβλίο Petri των 9 cm και συμπληρώνεται με άγαρ θερμοκρασίας 44 – 46 °C. Στη συνέχεια το τρυβλίο κινείται κυκλικά, δεξιόστροφα και αριστερόστροφα για να γίνει πλήρης ομογενοποίηση και παραμένει σε ηρεμία για να ζελατινοποιηθεί το άγαρ σε θερμοκρασία δωματίου. Η επώαση του κάθε δείγματος γίνεται σε δύο θερμοκρασίες :

- στους 22 ± 1 °C για 72 ± 3 h και
- στους 35 ± 1 °C για 24 ± 3 h

Μετρούνται και καταγράφονται όλες οι αποικίες που αναπτύσσονται στο Petri. Όσον αφορά την καταμέτρηση πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

- Αν οι αποικίες ξεπερνούν τις 300/ml εκφράζουμε το αποτέλεσμα ως «TNTC» (Too Numerous To Count).
- Αν οι αποικίες είναι περισσότερες από 200 τότε χωρίζουμε το τρυβλίο σε κατάλληλα τμήματα (2, 4, 8), καταμετρώνται οι αποικίες σε ένα ή περισσότερα

τμήματα και πολλαπλασιάζονται κάθε φορά με τον κατάλληλο παράγοντα για να εξαχθεί το αποτέλεσμα.

- Η ανάπτυξη σε αλυσίδες μετράται ως μία αποικία.
- Εάν υπάρχει ανάπτυξη σε μορφή spread (κατά πλάτος), γίνεται καταμέτρηση των αποικιών σε αντιπροσωπευτικά τμήματα μόνο όταν οι αποικίες είναι καλά διανεμημένες στην ελεύθερη περιοχή και η ανάπτυξη δεν ξεπερνά το μισό από το μέγεθος του τρυβλίου.

Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως “ολικός αριθμός βακτηριδίων/ml δείγματος” (cfu/ml). Η μέτρηση της OMX, γίνεται για να παρατηρηθεί η σταθερότητα ή μη του συνολικού μικροβιακού φορτίου και δεν καθορίζονται όρια (ΕΛΟΤ EN 6222:1999).

4.4.6. Ανίχνευση σπορογόνων θειοαναγωγικών βακτηρίων ή κλωστηρίδιων (Sulfite Reducing Clostridia).

Πρόκειται για μεγάλα gram θετικά, ραβδόμορφα βακτήρια. Τα περισσότερα κλωστηρίδια δεν αναπτύσσονται υπό αερόβιες συνθήκες, δηλαδή τα κύτταρά τους θανατώνονται παρουσία οξυγόνου, ενώ τα σποριά τους επιβιώνουν για μεγάλες περιόδους εκτεθειμένα στον αέρα. Είναι μικροοργανισμοί που ζουν σε αναερόβιους βιότοπους της φύσης όπου οι οργανικές ενώσεις είναι παρούσες. Τα κλωστηρίδια διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη φύση όσον αφορά στη βιοδιάσπαση και στον κύκλο του άνθρακα (Todar 2009b).

Οι σπόροι των θειοαναγωγικών αναερόβιων βακτηριδίων (κλωστηρίδια) απαντούν ευρέως στο περιβάλλον όπως στα κόπρανα του ανθρώπου και των ζώων, στα απόβλητα και στο έδαφος. Σε αντίθεση με τα άλλα κολοβακτηριοειδή τα σπορία των κλωστηριδίων επιζούν στο νερό για μεγάλες χρονικές περιόδους και είναι πιο ανθεκτικά από τα φυτικά κύτταρα στην επίδραση χημικών και φυσικών παραγόντων. Μπορούν ακόμη να επιβιώσουν και κατά την χλωρίωση που συνήθως χρησιμοποιείται για την απολύμανση του νερού. Παρακάτω θα περιγραφούν οι δύο μέθοδοι ανάλυσης.

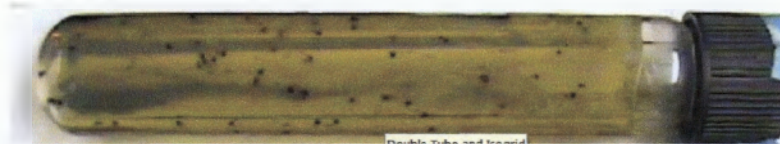
α. Μέθοδος πολλαπλών σωλήνων.

Το θρεπτικό διάλυμα που χρησιμοποιείται είναι διπλής σύστασης και λέγεται **Differential Reinforced Clostridial Medium**.

Για την επεξεργασία του δείγματος τοποθετούνται 50 ml του εξεταζόμενου δείγματος, σε βαζάκια με βιδωτό πάμα των 100 ml. Στη συνέχεια τα βαζάκια και το θρεπτικό υλικό θερμαίνονται σε υδατόλουτρο, για ακριβώς 10 min στους 75-80 °C, έτσι ώστε να

καταστραφούν τα βλαστικά κύτταρα των δειγμάτων και να απομακρυνθεί το διαλυμένο οξυγόνο του θρεπτικού υλικού διπλής σύστασης. Κατόπιν προστίθενται στα βαζάκια 50ml θρεπτικό υλικό διπλής σύστασης (προτείνεται και η θέρμανση του θρεπτικού υλικού στις παραπάνω συνθήκες του δείγματος για τον ίδιο λόγο). Τέλος, τα βαζάκια τοποθετούνται σε επωαστικό κλίβανο στους 35 ± 1 °C για 48 h.

Η μέθοδος αυτή αποτελεί απλώς ανίχνευση, δηλαδή δείχνει απουσία ή παρουσία των κλωστηριδίων και όχι ποσοτικό προσδιορισμό αυτών. Θετική ένδειξη για παρουσία κλωστηριδίων στο δείγμα αποτελεί η πλήρης αμαύρωση του θρεπτικού υλικού. Από την αντίδραση προκύπτει FeS (θειούχος σίδηρος) και μαύρο ίζημα όπως φαίνεται στην εικόνα 10 ακολουθεί.



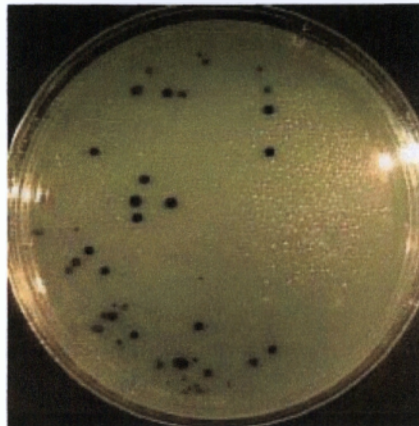
Εικόνα 10. Παρουσία κλωστηριδίων μετά από επώαση σε δοκιμαστικό σωλήνα με θρεπτικό υλικό Differential Reinforced Clostridial Medium. Πηγή: Crozier- Dodson (2010).

β. Μέθοδος διήθησης από μεμβράνες.

Για νερά πόσιμα, πηγών, πηγαδιών, μεταλλικά, θαλάσσια επιφανειακά και γενικά για νερά με χαμηλή μόλυνση, διηθείται ποσότητα 100 ml. Σημειώνεται ότι για νερά περισσότερο επιβαρυνμένα χρησιμοποιείται διαφορετικός όγκος διηθούμενου δείγματος. Αρχικά αναμιγνύονται 10 ml με 10–100 ml αποστειρωμένου νερού ή αραιωτικού διαλύματος.

Μετά τη διήθηση απομακρύνεται η μεμβράνη με αποστειρωμένη λαβίδα και τοποθετείται με την όψη προς τα κάτω στον πυθμένα ενός τρυβλίου Petri αφού βεβαιωθεί ότι δεν έχουν εισχωρήσει κάτω από τη μεμβράνη φυσαλίδες αέρα. Στη συνέχεια προστίθενται προσεκτικά 18 ml ρευστοποιημένου πλήρους θρεπτικού υλικού (Sulfite iron agar- Άγαρ με θειώδη σίδηρο), που προηγουμένα έχει ψυχθεί στους 50 °C περίπου, πάνω από τη μεμβράνη η οποία συγκρατείται με αποστειρωμένη λαβίδα. Μετά την στερεοποίηση του θρεπτικού υλικού, επωάζεται αναερόβιας στους 27 °C για 24 ώρες και στους 27°C για 48 ώρες. Εάν χρησιμοποιείται δοχείο αναερόβιας καλλιέργειας ή αναερόβιος επωαστικός κλίβανος, τότε η μεμβράνη μπορεί να τοποθετηθεί στην επιφάνεια του άγαρ με την «καλή» όψη προς τα επάνω.

Μετρούνται όλες οι αποικίες μαύρου χρώματος (Εικόνα 11). Το αποτέλεσμα εκφράζεται ως κλωστηρίδια ανά τον όγκο του δείγματος που χρησιμοποιήθηκε. Συνήθως πρέπει να αναφέρεται ο αριθμός που βρέθηκε μετά από επώαση 48 ωρών. Εάν αυτό δεν είναι εφικτό, τότε θα πρέπει να αναφέρεται ο αριθμός που βρέθηκε μετά από επώαση 24 ωρών, ως τιμή προσέγγισης (ΕΛΟΤ EN26461:1996).



Εικόνα 11. Παρουσία κλωστηριδίων μετά από επώαση σε τρυβλίο με θρεπτικό υλικό Sulfito iron agar. Πηγή: Crozier- Dodson (2010).

4.5. Ημερήσιος έλεγχος γεύσης και οσμής του νερού.

Ο χημικός του μικροβιολογικού εργαστηρίου, κάνει οργανοληπτικό έλεγχο (γεύση, οσμή) καθημερινά σε τουλάχιστον τρία δείγματα νερού, τα οποία έχουν εμφιαλωθεί την προηγούμενη ημέρα. Οι παρατηρήσεις καταγράφονται στο έντυπο γεύσης / οσμής τελικού προϊόντος που είναι ενταγμένο στο ISO της εταιρείας. Ο έλεγχος αυτός είναι υποκειμενικός διότι μεταξύ διαφορετικών ανθρώπων το συμπέρασμα μπορεί να διαφέρει (στοιχεία από την Εταιρεία Natoura Bottling S.A.).

4.6. Έλεγχοι για την αξιοπιστία του μικροβιολογικού εργαστηρίου.

Οι τακτικοί έλεγχοι που πραγματοποιούνται και τα μέτρα που λαμβάνονται στο μικροβιολογικό εργαστήριο της Εταιρείας Natoura Bottling S.A., προκειμένου να εξασφαλίζεται η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων των μικροβιολογικών αναλύσεων, αφορούν στα ακόλουθα (στοιχεία από την Εταιρεία Natoura Bottling S.A.):

- Έλεγχος θερμοκρασίας στην αρχή και το τέλος των διεργασιών, στους επωαστικούς κλιβάνους με βαθμονομημένα θερμόμετρα ευαισθησίας 0,5 °C ή 1 °C καθώς και του υδατόλουτρου όταν αυτό χρησιμοποιείται.

- Έλεγχος θερμοκρασίας του ψυγείου μία φορά την ημέρα με θερμόμετρο ακριβείας 1 °C. Τήρηση αρχείου διαγράμματος ημερήσιας διακύμανσης θερμοκρασίας.
- Έλεγχος υγρασίας ανά 3 μήνες με θερμόμετρα εμβαπτισμένα σε νερό ή γλυκερίνη ή πιο απλά με τον έλεγχο διαφοράς βάρους θρεπτικού υλικού που περιέχεται σε τρυβλίο 90 ml στους 35° C για 24 h. Η διαφορά αυτή δε πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 15%.
- Έλεγχος αυτόκαυστου, με χρωματικές ταινίες (προαιρετικό).
- Μακροσκοπικός έλεγχος των μεμβρανών.
- Διατήρηση των στερεών θρεπτικών υλικών μετά την αποστείρωση στους 45-50 °C και διανομή τους στους 44-46 °C (όχι πάνω από τρεις ώρες σε αυτή τη θερμοκρασία).
- Μακροσκοπικός έλεγχος θρεπτικών υλικών πριν από τη χρήση τους.
- Τα στερεά θρεπτικά υλικά μπορούν να διατηρηθούν για 2- 4 εβδομάδες στους 4 °C και τα υγρά που βρίσκονται σε σωληνάκια με πόμα για 1-2 εβδομάδες στην ίδια θερμοκρασία.
- Γίνεται έλεγχος στειρότητας σε ποσοστό κάθε νέας παρτίδας θρεπτικών υλικών επωάζοντάς τα στους 35 °C ή 37 °C για 24 ώρες και σε θερμοκρασία δωματίου για 24 ώρες. Αν δεν υπάρξει ανάπτυξη τότε η παρτίδα είναι κατάλληλη, είναι δηλαδή στείρα.
- Γίνεται έλεγχος στειρότητας των σιφωνίων που χρησιμοποιούνται, βυθίζοντας δέκα φορές δύο σιφόνια σε σωλήνα με Nutrient Broth και ακολουθεί επώαση στους 35 °C για 24 ώρες. Αν δεν υπάρξει ανάπτυξη τότε η παρτίδα είναι κατάλληλη, είναι δηλαδή στείρα.
- Γίνεται έλεγχος σε κάθε νέα παρτίδα τρυβλίων. Σε δυο τρυβλία από τυχαίο πακέτο ρίχνουμε 10 ml nutrient agar και επωάζουμε στους 35°C για 24 ώρες. Αν δεν υπάρξει ανάπτυξη τότε η παρτίδα είναι κατάλληλη, είναι δηλαδή στείρα.
- Τέλος, γίνεται έλεγχος της ποιότητας του αποιονισμένου νερού με μέτρηση του TOC (Total Organic Carbon) καθώς και της αγωγιμότητας εβδομαδιαία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Η ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

5.1. Η απολύμανση του νερού και η χρησιμότητά της.

Ως απολύμανση ορίζεται η χρησιμοποίηση χημικών υλών ή/ και φυσικών μεθόδων που έχει σκοπό τον περιορισμό της ανάπτυξης μικροοργανισμών σε επίπεδα που είναι ασφαλή για την ποιότητα των τροφίμων (ΕΦΕΤ 2003).

Η απολύμανση του πόσιμου νερού μπορεί να θεωρηθεί ένα από τα σημαντικότερα μέτρα για την προστασία της δημόσιας υγείας. Η καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών στο πόσιμο νερό έχει συμβάλει στην δραστική μείωση των ασθενειών που μεταδίδονται από το νερό. Χώρες οι οποίες στερούνται της απολύμανσης του νερού έχουν ως συνέπεια την ασθένεια πολλών ανθρώπων και κυρίως παιδιών. Ένα παράδειγμα της σημασίας της απολύμανσης είναι η επιδημία της χολέρας στην Ν. Αμερική που ξεκίνησε το 1991 στο Περού και απλώθηκε σε 16 χώρες. Τον Ιούνιο του 1992 είχε προσβάλλει 590000 ανθρώπους και προκάλεσε 5000 θανάτους.

Το πρόβλημα των επικίνδυνων παραπροϊόντων που μπορεί να σχηματιστούν κατά την διάρκεια της απολύμανσης ανέκυψε στα μέσα της δεκαετίας του '70. Από τότε αποτελεί ένα από τα πλέον συζητημένα και ερευνούμενα ζητήματα της βιομηχανίας πόσιμου νερού στον κόσμο ,τοποθετώντας το ζήτημα αυτό αλλά και την επεξεργασία του πόσιμου νερού γενικότερα σε νέες βάσεις. Σε ορισμένες βιομηχανικές χώρες υπήρξε μία τάση πλήρους εγκατάλειψης του χλωρίου σαν κύριο απολυμαντικό, ενώ σε άλλες επιδιώχθηκε η χρήση μικρότερης ποσότητας χλωρίου (ΔΕΥΑΠ 2010).

5.2. Συνθήκες απολύμανσης.

Ο πρωταρχικός στόχος ενός συστήματος απολύμανσης είναι να αποτελεί φραγμό για οποιονδήποτε παθογόνο μικροοργανισμό προσπαθεί να επιβιώσει. Παράμετροι όπως η μεταβολή της θερμοκρασίας, του pH και της θολερότητας μπορούν να επηρεάσουν την αποτελεσματικότητα της απολύμανσης. Η σωστή διήθηση του νερού πριν από την εφαρμογή της απολύμανσης, απομακρύνει μεγάλο ποσοστό των μικροοργανισμών και κατακρατώντας τα αιωρούμενα στερεά και τις οργανικές ουσίες, βοηθάει στην καλή λειτουργία της απολύμανσης. Η διήθηση κυρίως με φίλτρα χαμηλής ροής και με εφαρμογή προ-οξόνιωσης είναι πολύ αποτελεσματική κυρίως στην απομάκρυνση των *Cryptosporidium*, *Giardia* (Μαυρίδου και Παπαπετροπούλου 1995).

5.3. Τρόποι απολύμανσης του νερού.

Χλωρίωση: Το προτέρημα της χλωρίωσης έναντι άλλων απολυμαντικών του νερού είναι ότι είναι αρκετά ισχυρή μέθοδος ώστε να απαλλάσσει το νερό από τους παθογόνους (και όχι μόνο) μικροοργανισμούς, ενώ συγχρόνως παρέχει υπολειμματικό απολυμαντικό το οποίο μπορεί να παραμείνει μέσα στο νερό και να δρα σαν προστατευτικός παράγοντας για κάποιο χρονικό διάστημα παρεμποδίζοντας την ανάκαμψη τυχόν επιζώντων μικροοργανισμών. Όμως αν κάποιοι μικροοργανισμοί κατορθώσουν και προσκολληθούν στις σωληνώσεις τότε η αντοχή τους στο χλώριο αυξάνεται, διότι αναπτύσσουν μηχανισμούς προστασίας (Μαυρίδου και Παπαπετροπούλου 1995)

Χλωραμίνωση: Οι χλωραμίνες χρησιμοποιούνται συχνά σε συνδυασμό με το ελεύθερο χλώριο διότι βοηθούν στην απομάκρυνση δυσάρεστων οσμών και γεύσης που αφήνει στο νερό η χλωρίωση. Συνιστάται η χρήση τους σαν δευτερογενής απολύμανση (Μαυρίδου και Παπαπετροπούλου 1995).

Διοξείδιο του χλωρίου: Είναι ισχυρό απολυμαντικό, αποτελεσματικό έναντι βακτηρίων, πρωτόζωων και ιών. Το διοξείδιο του χλωρίου έχει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα από το ελεύθερο χλώριο έναντι των παθογόνων βακτηρίων αλλά το ελεύθερο χλώριο είναι πιο αποτελεσματικό έναντι των ιών (Μαυρίδου και Παπαπετροπούλου 1995).

Υπεριώδης ακτινοβολία: Μπορεί να αδρανοποιήσει τα βακτήρια και τους ιούς. Έχει καλύτερη εφαρμογή στην απολύμανση των υπόγειων νερών. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι δεν δημιουργούνται παραπροϊόντα. Η υπεριώδης ακτινοβολία δεν σκοτώνει τους μικροοργανισμούς όπως τα οξειδωτικά απολυμαντικά αλλά επιδρά στο DNA με αποτέλεσμα να μη λειτουργεί ο αναπαραγωγικός μηχανισμός. Επειδή η υπεριώδης ακτινοβολία δεν αφήνει υπολείμματα πρέπει να χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους απολύμανσης προκειμένου να είναι πιο αποτελεσματική (Μαυρίδου και Παπαπετροπούλου 1995).

Οζονίωση: Το 1795, ο Ολλανδός πειραματιστής Martinus Van Marum (1750-1837) αντιλήφθηκε ότι ο αέρας κοντά σε μια ηλεκτροστατική γεννήτρια, αποκτούσε μια διαφορετική οσμή, όταν η γεννήτρια λειτουργούσε και πραγματοποιούνταν ηλεκτρικές εκκενώσεις. Παρόμοια οσμή αποκτούσε ο αέρας κατά τη διάρκεια καταιγίδων με κάθε είδους ατμοσφαιρικές ηλεκτρικές εκκενώσεις όπως οι αστραπές και οι κεραυνοί). Η οσμή αυτή οφείλεται στο σχηματισμό όζοντος, μιας αλλοτροπικής μορφής του οξυγόνου περιορισμένης σταθερότητας. Οι περισσότεροι άνθρωποι μπορούν να αντιληφθούν την

οσμή του όζοντος ακόμη και σε συγκεντρώσεις 0,02- 0,05 ppm. Το 1840, την ίδια οσμή αντιλήφθηκε ο Christian Friedrich Schönbein κατά την ηλεκτρόλυση ύδατος και ονόμασε την εκλυόμενη αέρια ουσία «όζον» (από την ελληνική λέξη "όζω"). Το 1863 ο Ελβετός χημικός Jacques-Louis Soret (1827-1890) απέδειξε ότι το όζον είναι τριατομικό οξυγόνο (O_3) και αυτό επιβεβαιώθηκε από τον Schönbein δύο χρόνια αργότερα (Βαλαβανίδης και Ευσταθίου 2009).

Το όζον (O_3) όπως προαναφέραμε είναι μια αλλοτροπική μορφή του οξυγόνου που παράγεται με το πέρασμα οξυγόνου ή αέρα διαμέσου ηλεκτρικών εκκενώσεων (5.000-20.000 V, 50-500 Hz). Είναι ασταθές αέριο, τοξικό και ισχυρά οξειδωτικό με απολυμαντική δράση και γι' αυτό χρησιμοποιείται ως λευκαντικό ή αντιδραστήριο για την απομάκρυνση της οσμής και της γεύσης. Για την επεξεργασία καθαρισμού του νερού χρησιμοποιείται κυρίως στις παρακάτω περιπτώσεις:

- α) Αποχρωματισμός και απόσμηση,
- β) Απολύμανση,
- γ) Οξείδωση οργανικών ενώσεων και κυρίως φαινόλων και κυανιούχων ενώσεων.

Η διαλυτότητα του όζοντος εξαρτάται από την θερμοκρασία ενώ η ημιπερίοδος ζωής του σε υδατικά διαλύματα καθορίζεται από το pH. Το όζον είναι πιο οξειδωτικό από το οξυγόνο έχει όμως το πλεονέκτημα της μικρής θερμοδυναμικής σταθερότητας σε κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης. Διασπάται τόσο στην αέρια φάση όσο και στην υγρή. Η διάσπαση του είναι πιο έντονη στο νερό όπου καταλύεται από την παρουσία των υδροξυλίων.

Η οξειδωτική δραστηριότητα του O_3 στις φαινόλες οδηγεί στην σχεδόν πλήρη απομάκρυνση των ενώσεων αυτών καθώς και των αρωματικών προϊόντων διάσπασής τους με τελικά προϊόντα αλειφατικά οξέα ή εστέρες. Συνήθως απαιτούνται 4-6 moles όζοντος για κάθε mole φαινολικής ένωσης. Οι συγκεντρώσεις των αλειφατικών προϊόντων διάσπασης είναι κάτω από 0,5 mg/l αφού η δράση του O_3 προχωράει μέχρι την πλήρη οξείδωση με παραγωγή CO_2 . Επειδή το όζον είναι ισχυρά τοξικό η μέγιστη ανεκτή συγκέντρωση του σε συνθήκες συνεχούς έκθεσης είναι 0,1 ppm (Αλμπάνης n.d).

5.4. Καθαρισμός χώρων εξοπλισμού παραγωγής εμφιαλωμένου νερού.

Για τον καθαρισμό και την απολύμανση του εσωτερικού του δικτύου εμφιάλωσης από της Εταιρείας Natoura Bottling S.A. χρησιμοποιείται η μέθοδος CIP (Clean in Place). Ο εξοπλισμός των εγκαταστάσεων που χρησιμοποιείται είναι ο εξής :

- 1) δεξαμενή CIP, δεξαμενή ζεστού νερού, δεξαμενή αποθήκευσης νερού,

- 2) αντλία εμφιάλωσης,
- 3) αντλίες CIP,
- 4) κέντρα διανομής νερού.

Οι αναμίξεις των διαλυμάτων και η ανάμειξη του ζεστού και κρύου νερού γίνονται στην δεξαμενή του CIP. Για πρακτικούς λόγους το κύκλωμα εμφιάλωσης χωρίζεται σε δύο μέρη κατά τη διάρκεια καθαρισμού-απολύμανσης:

- 1) Φίλτρα, σωληνώσεις εμφιάλωσης, γεμιστικά μηχανήματα, δεξαμενή CIP, και
- 2) Δεξαμενή αποθήκευσης νερού, σωλήνας μεταφοράς νερού από το φρεάτιο του Δήμου ως τα πρόφιλτρα.

Οι μέθοδοι απολύμανσης που εφαρμόζονται για τα δύο αυτά κυκλώματα αναλύονται στη συνέχεια (στοιχεία από την Εταιρεία Natoura Bottling S.A.).

5.4.1. Απολύμανση με επανακυκλοφορία απολυμαντικού διαλύματος.

Το κύκλωμα 1 (Φίλτρα, σωληνώσεις εμφιάλωσης, γεμιστικά μηχανήματα, δεξαμενή CIP) απολυμαίνεται σε ημερήσια βάση πριν από την έναρξη και μετά το τέλος των εργασιών της παραγωγικής διαδικασίας εμφιάλωσης. Συγκεκριμένα, πριν την έναρξη της παραγωγής, το κύκλωμα συνδέεται με την αντλία CIP η οποία στέλνει απολυμαντικό P-3 oxonia active σε συγκέντρωση 0,5% v/v. Το διάλυμα επιστρέφει στη δεξαμενή του CIP και αφήνεται να επανακυκλοφορεί με αυτόν τον τρόπο στο κύκλωμα των σωληνώσεων για χρόνο 30 min. Ακολουθούν δυο ξεπλύματα με καθαρό νερό για να απομακρυνθούν τα υπολείμματα του απολυμαντικού. Μετά το τέλος της παραγωγικής διαδικασίας το κύκλωμα (1) πληρώνεται με νερό και αφήνεται μέχρι την επόμενη μέρα.

Το κύκλωμα 2 (Δεξαμενή αποθήκευσης νερού, σωλήνας μεταφοράς νερού από το φρεάτιο του Δήμου ως τα πρόφιλτρα) απολυμαίνεται κάθε 15 ημέρες. Η αντλία στέλνει το διάλυμα του απολυμαντικού P-3 oxonia active σε συγκέντρωση 0,5% v/v στο κύκλωμα. Το διάλυμα επιστρέφεται στο καταιονιστικό σύστημα της δεξαμενής και αφήνεται να επανακυκλοφορεί με αυτό τον τρόπο για 30 min. Ακολουθεί ξέπλυμα με νερό για 20 min. Κατά τη χρήση του απολυμαντικού τηρούνται οι οδηγίες ασφαλείας που περιγράφονται στο πιστοποιητικό του (μάσκα, γάντια). Το προαναφερθέν απολυμαντικό (P-3 oxonia active), είναι όξινο απολυμαντικό και έχει βάση το υπεροξείδιο του υδρογόνου που έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Είναι άχρωμο υγρό με pH 3.2 και πυκνότητα 1,12 g/cm³ κατάλληλο για βιομηχανίες τροφίμων και ποτών.
- Το σημείο ανάφλεξης είναι από τους 40 °C και άνω.

- Στους 20 °C αναμιγνύεται με το νερό σε κάθε αναλογία.
- Είναι συμβατό με το μέταλλο, το πλαστικό και τις γομώσεις.
- Είναι ελαφρώς ερεθιστικό για το δέρμα
- Είναι οικολογικό γιατί μετά την αντίδραση με οργανικό υλικό, διασπάται σε οξυγόνο, νερό και οξικό οξύ. Το οξικό οξύ διασπάται έπειτα σε μεθάνιο και ανθρακικό οξύ.
- Για χρήση σε δεξαμενές και σωληνώσεις χρησιμοποιείται σε συγκέντρωση 0,3-0,5% έως 40 °C για 30 min (στοιχεία από την Εταιρεία Natoura Bottling S.A.).

5.4.2. Απολύμανση με επανακυκλοφορία νερού θερμοκρασίας 90 °C.

Ως εναλλακτικός τρόπος απολύμανσης του κυκλώματος 1, χρησιμοποιείται νερό θερμοκρασίας 90 °C. Μετά το τέλος της παραγωγικής διαδικασίας βγαίνουν τα πρόφιλτρα από τις θήκες τους. Στο κύκλωμα διοχετεύεται νερό θερμοκρασίας 50°C και επανακυκλοφορεί για 15 min, προκειμένου να προθερμανθούν οι σωληνώσεις. Κατόπιν διοχετεύεται νερό θερμοκρασίας 70 °C και επανακυκλοφορεί για 10 min προκειμένου να θερμανθούν οι σωληνώσεις. Τέλος διοχετεύεται νερό θερμοκρασίας 90°C και επανακυκλοφορεί για 30 min. Μετά την παρέλευση των 30 min το κύκλωμα αφήνεται ως έχει μέχρι την επόμενη μέρα. Η απολύμανση ελέγχεται από τους υπεύθυνους ποιοτικού ελέγχου και τους χημικούς της εταιρείας (στοιχεία από την Εταιρεία Natoura Bottling S.A.).

Ο καθαρισμός του δικτύου από άλατα και επικαθήσεις πραγματοποιείται μια φορά το μήνα, είτε με τη χρήση όξινου διαλύματος είτε με τη χρήση αλκαλικού διαλύματος.

Όλες οι διαδικασίες απολύμανσης που αναλύθηκαν έχουν ως σκοπό την διασφάλιση της ποιότητας του εμφιαλωμένου νερού. Θα πρέπει οι διαδικασίες της απολύμανσης να τηρούνται καθολικά και με αυστηρότητα ενώ θα πρέπει να υπάρχει έλεγχος στη χρήση των απολυμαντικών υγρών από τους υπευθύνους ώστε να προκύπτει νερό κατάλληλης μικροβιολογικής ποιότητας αλλά και να μην υπάρχουν χημικά υπολείμματα τα οποία δύνανται να θέσουν σε κίνδυνο ή να επιβαρύνουν την υγεία των καταναλωτών.

Γίνεται σαφές λοιπόν ότι η μικροβιολογική ποιότητα του νερού είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τις διαδικασίες της απολύμανσης και θα πρέπει να ακολουθούνται από όλες τις εταιρείες εμφιάλωσης νερού οι κανονισμοί και οι νόμοι που έχουν θεσπιστεί από το κράτος και την Ευρωπαϊκή Ένωση.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εργασία είχε ως στόχο να βοηθήσει στην κατανόηση της έννοιας του νερού, της πολύτιμης αξίας του ως αγαθό, των ιδιοτήτων του, του τρόπου επεξεργασίας του και να εμπλουτίσει τις γνώσεις μας σχετικά με την μικροβιολογία του εμφιαλωμένου νερού και την απολύμανση αυτού, πριν το προϊόν φτάσει στον καταναλωτή.

Τα τελευταία χρόνια θεωρείται ότι, για να εξασφαλιστεί ότι η ποιότητα του εμφιαλωμένου νερού είναι τόσο καλή όσο θεωρείται ότι είναι, θα πρέπει οι εταιρείες να παρέχουν τα αποτελέσματα των ελέγχων τους στο καταναλωτικό κοινό σε καθημερινή βάση σχεδόν, με κάποιο διαδικτυακό ίσως τρόπο. Πρέπει δηλαδή οι εταιρείες εμφιάλωσης νερού να τηρούν την νομοθεσία αυστηρά και λεπτομερώς ώστε ο καταναλωτής να μην κινδυνεύει, το νερό να μην περιέχει ανεπιθύμητες ή βλαβερές ουσίες και η απολύμανση να γίνεται με τον σωστό τρόπο. Για να είναι οι καταναλωτές εξασφαλισμένοι για το νερό που καταναλώνουν θα πρέπει οι έλεγχοι από τους κρατικούς φορείς να είναι εντατικοποιημένοι στις μονάδες επεξεργασίας νερού και όχι τυπικοί και περιστασιακοί όπως θα μπορούσαν να χαρακτηρισθούν στις μέρες μας και οι καταναλωτές θα πρέπει να είναι περισσότερο σχολαστικοί στο νερό που αγοράζουν και καταναλώνουν καθημερινά.

Το εμφιαλωμένο νερό χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες: το επιτραπέζιο, το μεταλλικό και το νερό πηγής. Και οι τρεις κατηγορίες θα πρέπει να πληρούν κάποιες απαιτήσεις από πλευράς ποιότητας, γι' αυτό και έχουν οριστεί κάποιοι παράμετροι που διακρίνονται σε οργανοληπτικές, φυσικοχημικές και μικροβιολογικές. Το εμφιαλωμένο νερό δύναται να επιμολυνθεί από χημικές ουσίες, παθογόνους μικροοργανισμούς ή από ξένες ύλες. Ο καταναλωτής θα πρέπει να ελέγχει κατά την αγορά ενός εμφιαλωμένου νερού, να είναι διαυγές το περιεχόμενο, ο περιέκτης να είναι ερμητικά κλειστός και να αναγράφονται τα πλήρη στοιχεία της επωνυμίας της εταιρείας. Επίσης θα ήταν καλό ο καταναλωτής να εξετάζει περιοδικά το νερό το οποίο καταναλώνει σε ανεξάρτητα εργαστήρια προκειμένου να διαπιστώσει αν οι αναγραφόμενες τιμές (χημικής ανάλυσης) στην ετικέτα είναι και οι αληθείς.

Το εμφιαλωμένο νερό αλλά και γενικά το νερό που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση θα πρέπει να είναι απαλλαγμένο από μικροοργανισμούς. Οι μικροοργανισμοί που ενδιαφέρουν το εμφιαλωμένο νερό είναι η πυοκυανική ψευδομονάδα, τα ολικά κολοβακτηριοειδή, τα κοπρανώδη κολοβακτηριοειδή, οι μεσόφιλοι μικροοργανισμοί και τα θειαναγωγικά κλωστρήδια. Οι μέθοδοι μικροβιολογικής εξέτασης του εμφιαλωμένου νερού είναι είτε αυτή των πολλαπλών σωλήνων, είτε με διήθηση από μεμβράνες. Η πρώτη

μέθοδος βασίζεται στην ιδιότητα των βακτηρίων να ζυμώνουν ορισμένα θρεπτικά συστατικά και να παράγουν διοξείδιο του άνθρακα και η δεύτερη στον διαχωρισμό των κολοβακτηριοειδών αλλά και μεμονωμένων ειδών, ανάλογα με το θρεπτικό υπόστρωμα που χρησιμοποιείται κάθε φορά. Πέραν των αναλύσεων που πραγματοποιούνται σε εργαστηριακή κλίμακα θα πρέπει καθημερινά να ελέγχεται η γεύση και η οσμή του νερού.

Σημαντικό ρόλο στην δημόσια υγεία αλλά και στην απόδοση της ποιότητας του εμφιαλωμένου νερού διαδραματίζει η απολύμανση. Η απολύμανση γίνεται με τους παρακάτω τρόπους: χλωρίωση, χλωραμίνωση, διοξείδιο του χλωρίου, υπεριώδη ακτινοβολία και οζόνωση, με πιο αποτελεσματικό το τελευταίο (όζον).

Στην Ευρώπη η ποιότητα των φυσικών μεταλλικών νερών εξετάζεται πολύ συχνά από ανεξάρτητα εργαστήρια, αλλά και από τις εσωτερικές υπηρεσίες των επιχειρήσεων. Οι τελευταίοι αυτοί έλεγχοι μπορεί να μην είναι πλήρως αξιόπιστοι. Ακόμα, δεν είναι προς όφελος των επιχειρήσεων, που βασίζουν τις εμπορικές στρατηγικές τους στην αγνότητα των προϊόντων τους, να αποκρύψουν την περιστασιακή και ανιχνεύσιμη μόλυνση.

Πλέον το εμφιαλωμένο πόσιμο νερό έχει γίνει μια αναγκαία συνήθεια στην καθημερινότητα πολλών ανθρώπων. Η κακή γεύση και η ποιότητα του νερού της βρύσης είναι λίγοι από τους λόγους που ωθούν τον καταναλωτή να αγοράσει το εμφιαλωμένο νερό. Ακόμη το εμφιαλωμένο νερό μπορεί να καταστεί απαραίτητο σε περίπτωση που το νερό της βρύσης μολυνθεί έστω και προσωρινά ή αν είναι ακατάλληλο για πόση. Η τάση της κατανάλωσης για το εμφιαλωμένο νερό θα αρχίσει να αυξάνεται όλο και περισσότερο στα επόμενα χρόνια, αφού όλο και περισσότερες πηγές νερού κρίνονται ακατάλληλες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1) ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία

Ζανάκη Κ. (1996). Ποιοτικά χαρακτηριστικά πόσιμου νερού. Εκδόσεις Ίων, Αθήνα.

Μαυρίδου Α. και Παπαπετροπούλου Μ. (1995). Μικροβιολογία του υδάτινου περιβάλλοντος, Εκδόσεις Τραυλος- Κωσταράκη, Αθήνα.

Μήτρακας Μ. (1996). Ποιοτικά χαρακτηριστικά και Επεξεργασία νερού. Έκδοση από τον συγγραφέα, Θεσσαλονίκη.

Ηλεκτρονικές Πηγές

Αλμπάνης Τ. (n.d.) Φυσικές και Χημικές διεργασίες εξυγίανσης και παραγωγής πόσιμου νερού, Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

http://lib.teekerk.gr/bitstream/lib.teekerk.gr/119/1/ker_m278_albanis.pdf. Τελευταία επίσκεψη 1/5/11. Τελευταία επίσκεψη 9/3/11.

Βαλαβανίδης Θ. και Ευσταθίου Κ. (2009) Η Χημική ένωση του μήνα (Το Όζον).

http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_ozone.htm). Τελευταία επίσκεψη 10/4/11.

ΔΕΥΑΠ (2010). Απολύμανση πόσιμου νερού.

http://www.deyap.gr/environment/apolimansi_nerou.pdf. Τελευταία επίσκεψη 5/11/10.

Εμβαλωματής και Μήτρακας. (2008). Εφαρμογή των αρχών HACCP και των απαιτήσεων του προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 22000 στη βιομηχανία εμφιάλωσης νερού.

<http://www.dedyt.gr/congress2008/praktika/045-%CE%95%CE%9C%CE%92%CE%91%CE%9B%CE%A9%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%97%CE%A3.pdf>. Τελευταία επίσκεψη 16/11/10.

ΕΥΔΑΠ (2003). Επεξεργασία Νερού. http://www.eydap.gr/index.asp?a_id=69. Τελευταία επίσκεψη 10/11/10.

ΕΦΕΤ (2003). Οδηγός Υγιεινής για τις επιχειρήσεις εμφιάλωσης νερού (Οδηγός Υγιεινής Νο 5). ΕΦΕΤ, Αθήνα. (http://www.aphic.org/downloads/odigosvgieinis_no05.pdf)

Κουφογιαννάκη Α. (2005). Εμφιαλωμένα νερά – τι πρέπει να γνωρίζει ο καταναλωτής.
http://lib.teekerk.gr/bitstream/lib.teekerk.gr/127/1/ker_m278_koufogiannaki.pdf.

Τελευταία επίσκεψη 18/11/10.

Μπούφα Π. (2003). Μικροβιολογικές παράμετροι για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης
http://library.tee.gr/digital/m1914/m1914_mroufa.pdf. Τελευταία επίσκεψη 29/10/10.

Παππά Γ. (2001). Υγειονομική σημασία των χημικών παραμέτρων στο πόσιμο νερό.

Υπουργείο υγείας και πρόνοιας. http://www.waterinfo.gr/eedvnp/Paros_papers/paros_a.pdf

Τελευταία επίσκεψη 19/4/11.

Τράτσα Μ. και Τσόλη Θ. (2005). Εκρηκτικό κοκτέιλ τα εμφιαλωμένα νερά.

<http://www.tovima.gr/default.asp?pid=2&ct=75&artid=169585&dt=20/11/2005>.

Τελευταία επίσκεψη 20/11/10.

Φωτίου Ε. και Κολοβός Ν. (2004). Διερεύνηση και αξιολόγηση ποιότητας των
εμφιαλωμένων νερών. Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας τομ. XXXVI.

<http://geolib.geo.auth.gr/digeo/index.php/bgs/article/viewFile/1392/1261>. Τελευταία

επίσκεψη 22/11/10.

2) ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία και περιοδικά

Bischofberger T., Cha S., Schmitt R., Schmidt –Lorenz W. (1990). The bacterial flora of
non-carbonated, natural mineral water from the springs to reservoir and glass and
plastic bottles. Elsevier Science Publishers B.V.

Crozier-Dodson B.A. (2010). In Workshop: “Rapid methods and Automation in
Microbiology”, Athens, Greece.

Drummond K. and Brefere L. (2006). *Nutrition for foodservice and culinary professionals*.
6th edition John Wiley and Sons Inc.

Ferrier C. (2001). Discussion Paper: Bottled Water-understanding a social phenomenon.

Gonzalez C., Ramirez C. and Pereda M. (1987). Multiplication and survival of
Pseudomonas aeruginosa in uncarbonated natural mineral water. *Microbiology
Alimentarius Nutrition* 4, 111-115.

Rosemann N. (2006). Water: A human right. In *Water: Global Common and Global
Problems* (Ed. Grover V.I.). Science Publishers, USA.

Rosenberg F. (2003). Clinical Microbiology Newsletter “The microbiology of bottled water”. Elsevier Science Inc., Vol. 25, No.6.

Venieri D., Vantarakis A., Komninou G. and Papapetropoulou M. (2006). Microbiological valuation of bottled non-carbonated (still) water from domestic brands in Greece. *International Journal of Food Microbiology* 107, 68-72.

Ηλεκτρονικές πηγές

Greenpeace (2005) Εξοικονόμηση νερού.

<http://www.greenpeace.org/greece/137368/137396/138612>. Τελευταία επίσκεψη 8/11/2010.

Health Canada. (2009). http://www.hc-sc.gc.ca/fin-an/securit/facts-faits/fags_bottle_water-eau_embouteillee-eng.php. Τελευταία επίσκεψη 15/11/10.

ICAP. (2009). Εμφιαλωμένα νερά.

<http://www.icap.gr/ICPage.aspx?id=1865&nt=149&lang=1&tabID=3>. Τελευταία επίσκεψη 01/12/10.

Todar K. (2009a). All about E. coli.

<http://www.textbookofbacteriology.net/themicrobialworld/E.coli.html> . Τελευταία επίσκεψη 2/5/11.

Todar K. (2009b). Pathogenic Clostridia, including Botulism and Tetanus.

http://www.textbookofbacteriology.net/clostridia_3.html Τελευταία επίσκεψη 22/10/10.

Todar K. (2009c). Opportunistic Infections Caused by Pseudomonas aeruginosa

<http://textbookofbacteriology.net/themicrobialworld/Pseudomonas.html> Τελευταία επίσκεψη 2/5/11.

UNICEF/WHO (2008). Progress on Drinking Water and Sanitation. <http://www.env->

[edu.gr/Documents/Progress%20on%20Drinking%20Water%20and%20Sanitation.pdf](http://www.env-edu.gr/Documents/Progress%20on%20Drinking%20Water%20and%20Sanitation.pdf)

Τελευταία επίσκεψη 10/11/10.

University of California (2007). Eliminate Fecal Coliforms.

http://groups.ucanr.org/UC_GAIP/Eliminate_Fecal_Coliforms/ Τελευταία επίσκεψη 3/4/11.

USDA (2005) AFSRC Picture of the Week.

<http://www.ars.usda.gov/Main/docs.htm?docid=8057>. Τελευταία επίσκεψη 20/10/10.

Visuals Unlimited, Inc. (2010).

<http://visualsunlimited.photoshelter.com/image/1000006ecmb1OKg8>. Τελευταία επίσκεψη 22/10/10.

WHO (2003). Guidelines for drinking-water quality, Chemical fact sheets.

http://whqlibdoc.who.int/publications/2006/9241546964_chap12_eng.pdf. Τελευταία επίσκεψη 13/11/10.

WHO (1993). Inorganic and aesthetic parameters.

http://whqlibdoc.who.int/hq/2000/a68673_guidelines_3.pdf. Τελευταία επίσκεψη 13/11/10.

3) ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Οδηγία αριθ. 2003/40/EK της επιτροπής της 16^{ης} Μαΐου 2003 για τον καθορισμό του καταλόγου, των οριακών τιμών συγκεντρώσεων και των ενδείξεων για την επισήμανση των συστατικών των φυσικών μεταλλικών νερών, καθώς και των όρων χρήσης του εμπλουτισμένου με όζον αέρα στην κατεργασία ορισμένων φυσικών μεταλλικών νερών και νερών πηγής.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:126:0034:0039:EL:PDF>

Οδηγία αριθ. 2009/54/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 18^{ης} Ιουνίου 2009 σχετικά με την εκμετάλλευση και τη θέση στο εμπόριο των φυσικών μεταλλικών νερών.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:164:0045:0058:EL:PDF>.

Κοινή Υπουργική Απόφαση αριθ. Υ2/2600/2001, Ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης σε συμμόρφωση προς την Οδηγία 98/83 ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 3^{ης} Νοεμβρίου 1998.

http://www.malv.gr/uploads/files/FEK%20892_B_110701.pdf

4) ΠΡΟΤΥΠΑ ΕΛΟΤ

ΕΛΟΤ EN 12780:2002. Ανίχνευση και καταμέτρηση *Pseudomonas aeruginosa*.

ΕΛΟΤ EN 9308:1/2000. Ποιότητα νερού - Ανίχνευση και καταμέτρηση κολοβακτηριοειδών.
Μέρος 1 : Μέθοδος διήθησης από μεμβράνες

ΕΛΟΤ 947:1996. Ποιότητα νερού - Ανίχνευση και αρίθμηση κοπρανώδων στρεπτόκοκκων
- Μέρος 2: Μέθοδος διήθησης από μεμβράνη.

ΕΛΟΤ EN 6222:1999. Ποιότητα νερού - Καταμέτρηση ετερότροφης αερόβιας μικροβιακής
χλωρίδας στους 22^o C και στους 37^o C - Μέτρηση αποικιών με εμβολιασμό σε θρεπτικό
υλικό "agar"

ΕΛΟΤ EN 26461:1996. Ποιότητα νερού - Ανίχνευση και απαρίθμηση των σπορογόνων
θειοδο-αναγωγικών αναερόβιων οργανισμών.