

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Ποιοτική σύσταση βακτηριακής κοινότητας σε εγκατάσταση
επεξεργασίας εμφιαλωμένου πόσιμου νερού».**

Αικατερίνη Κουτσοκλένη

Βασιλική Μουζαλά

ΒΟΛΟΣ 2019

**«Ποιοτική σύσταση βακτηριακής κοινότητας σε εγκατάσταση επεξεργασίας
εμφιαλωμένου πόσιμου νερού».**

Διμελής Εξεταστική Επιτροπή:

- 1) **Κωνσταντίνος Κορμάς**, Καθηγητής (Δρ.), Οικολογία Υδρόβιων Μικροοργανισμών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, **Επιβλέπων**,
- 2) **Ήρα Καραγιάννη**, Επίκουρη Καθηγήτρια, Υδροβιολογία, Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών και Τεχνολογιών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, **Μέλος**.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη συγκεκριμένη εργασία μελετήθηκε η μικροβιακή σύσταση 3 διαφορετικών περιβαλλόντων μιας μονάδας παραγωγής εμφιαλωμένου πόσιμου νερού στη Ρουμανία. Σαφέστερα, αυτά τα περιβάλλοντα ήταν το πηγάδι (BST), η δεξαμενή αποθήκευσης (ST) και η δεξαμενή απορροής (AST). Το πηγάδι αποτελούνταν από 9 είδη, η δεξαμενή αποθήκευσης από 32 και η δεξαμενή απορροής από 10. Τα είδη που μεταβλήθηκαν περισσότερο σε σχέση με την αφθονία τους ήταν το *Rhizobium spp.*, το *Pseudomonas sp.*, το *Massilia sp.* και το *Pseudomonas spp.*. Συγχρόνως, τα είδη που συμβίωσαν και στα 3 περιβάλλοντα ήταν 7 και είναι τα εξής: *Rhizobium spp.*, *Pseudomonas sp.*, *Acinetobacter junii*, *Propionibacterium acnes*, *Hydrogenophaga spp.*, *Massilia sp.* και *Pseudomonas spp.*. Από τα παραπάνω δυνητικώς παθογόνα για τον άνθρωπο είναι το *Pseudomonas sp.*, το *Acinetobacter junii*, το *Propionibacterium acnes* και το *Pseudomonas spp.*. Επομένως, γίνεται σαφές ότι απαιτούνται αναλυτικότερες μελέτες για την άμβλυνση της παθογένειας των βακτηρίων που προσβάλλουν την ανθρώπινη υγεία.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	11
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	12
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	19
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ.....	29
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	34
6.1 Ξένη Βιβλιογραφία.....	34
6.2 Ελληνική Βιβλιογραφία.....	46
7. ABSTRACT.....	48

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο Πλανήτης μας συχνά χαρακτηρίζεται και <<γαλάζιος πλανήτης>> λόγω της μεγάλης ποσότητας νερού που υπάρχει στην επιφάνειά του (Castro & Huber, 2015). Το ποσοστό των αποθεμάτων του γλυκού νερού της Γης ανέρχεται στο 2,59% της συνολικής ποσότητάς του. Σε αυτό συμπεριλαμβάνεται το νερό που είναι δεσμευμένο στους παγετώνες και τα παγόβουνα (1,98%) και τα υπόγεια νερά (0,59%). Το νερό που υπάρχει στη φύση ως υγρό εντοπίζεται στα ποτάμια (0,0001%) και τις λίμνες (0,007%). Η ποσότητα αυτή επαρκεί για να συντηρήσει όλες τις μορφές ζωής του πλανήτη (Miller, 1999). Το νερό διαθέτει ορισμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά που διακρίνονται σε οργανοληπτικά, φυσικοχημικά και βιολογικά. Συγκεκριμένα, τα οργανοληπτικά είναι τα χαρακτηριστικά που γίνονται αντιληπτά από τις αισθήσεις του ανθρώπου. Σε αυτά ανήκουν η θολότητα, η γεύση, η οσμή και το χρώμα. Στα φυσικοχημικά περιλαμβάνονται η θερμοκρασία, η ενεργός οξύτητα (pH), η σκληρότητα και οι ανόργανες ενώσεις και τέλος, στα βιολογικά εντοπίζονται οι μικροοργανισμοί (δείκτες βακτήρια) (Ψιλοβίκος, 2014).

Ειδικότερα, ως θολότητα ορίζεται η οπτική ιδιότητα του δείγματος να προκαλεί διάχυση του φωτός και απορρόφηση, χωρίς να επιτρέπει τη διέλευσή του. Είναι η περισσότερο μεταβαλλόμενη παράμετρος ποιότητας του νερού από την οποία καθορίζεται συχνά η επιλογή της μεθόδου επεξεργασίας του (Μήτρακας, 2001). Για τα προβλήματα της γεύσης και της οσμής του νερού ευθύνονται μέταλλα όπως ο σίδηρος, ο χαλκός, το μαγγάνιο, ο ψευδάργυρος και τα διαλυμένα άλατα. Γενικότερα, το νερό πρέπει να είναι άγευστο. Όσον αφορά το χρώμα, το καθαρό νερό πρέπει να είναι διαυγές και άχρωμο. Ενδεχόμενος χρωματισμός του οφείλεται σε διαλυμένα ή αιωρούμενα συστατικά (Στουρνάρας, 2015).

Επιπλέον, η θερμοκρασία είναι ένας από τους κυριότερους αβιοτικούς παράγοντες καθώς επιδρά στη διαλυτότητα του οξυγόνου και των υπόλοιπων ουσιών που περιέχονται στο νερό. Η ενεργός οξύτητα είναι το μέτρο της συγκέντρωσης ιόντων υδρογόνου ή πρωτονίων στο νερό (Ψιλοβίκος, 2014). Η αριθμητική τιμή για το pH των ουδέτερων διαλυμάτων είναι 7, ενώ τιμές μικρότερες αναφέρονται σε όξινα διαλύματα και μεγαλύτερες σε αλκαλικά. Τα φυσικά νερά συνήθως είναι μετρίως όξινα ή ελαφρώς αλκαλικά με τα τελευταία να είναι καλύτερα από πλευράς υγιεινής (Στουρνάρας, 2015). Σχετικά με τη σκληρότητα, εκφράζει την περιεκτικότητα του νερού σε πολυσθενή κατιόντα κυρίως ασβεστίου και μαγνησίου (Ψιλοβίκος, 2014). Διακρίνεται σε μόνιμη και παροδική (Στουρνάρας, 2015). Νερά με τιμές σκληρότητας 0-100 mg/l ανθρακικού ασβεστίου χαρακτηρίζονται ως <<μαλακά>>, 100-200 ως <<μέσης σκληρότητας>>, 200-300 ως <<σκληρά>> και για τιμές μεγαλύτερες από 300 ως <<πολύ σκληρά>>. Το γλυκό νερό περιέχει σε μεγαλύτερο ποσοστό διττανθρακικά ιόντα, ιόντα ασβεστίου, μαγνησίου, νατρίου, χλωρίου, καλίου και θειικά ιόντα (Ψιλοβίκος, 2014).

Σημαντικό πρόβλημα στη δημόσια υγεία προκαλούν συγκεκριμένες κατηγορίες μικροοργανισμών όπως οι δείκτες βακτήρια και τα παθογόνα βακτήρια (Αντωνόπουλος, 2010). Οι δείκτες βακτήρια αποτελούνται από τα ολικά βακτήρια π.χ. *Escherichia coli*, τα εντερικά βακτήρια και τους εντερικούς στρεπτόκοκκους π.χ. *Streptococcus faecalis*. Τα παθογόνα βακτήρια που απαντώνται στο νερό είναι το *Vibrio cholerae*, η *Salmonella sp.* και η *Shigella sp.*.

Εκτός από τα ποιοτικά του χαρακτηριστικά, το νερό διακρίνεται σε δύο κατηγορίες: το πόσιμο και το μη πόσιμο. Μη πόσιμο είναι το νερό της θάλασσας, των αλμυρών λιμνών και των ιαματικών πηγών. Πόσιμο χαρακτηρίζεται το νερό που είναι καθαρό από φυσική, χημική, βιολογική και μικροβιολογική άποψη και μπορεί να

καταναλώνεται χωρίς να κινδυνεύει η υγεία του ανθρώπου. Σύμφωνα με την ελληνική και ευρωπαϊκή νομοθεσία, το πόσιμο νερό πρέπει να είναι άχρωμο, διαυγές και άοσμο. Η θερμοκρασία του να κυμαίνεται μεταξύ 7-12 °C με όριο τους 15 °C, το pH του 7,0-7,6 με όριο 8,5, ενώ η σκληρότητά του 27-28 γαλλικούς βαθμούς. Επίσης, δεν πρέπει να περιέχει μεγάλη ποσότητα οργανικών ουσιών, βαρέων μετάλλων αλλά ούτε και παθογόνα παράσιτα ή μικρόβια (Χρυσικοπούλου, 2010).

Για τη βελτίωση της ποιότητας του νερού καθώς και για την αποφυγή μολύνσεων, χρησιμοποιούνται ορισμένα μικρόβια-δείκτες. Ο ρόλος τους είναι να υποδεικνύουν την εμφάνιση παθογόνων μικροβίων στο νερό. Τα κυριότερα μικρόβια-δείκτες είναι τα Ολικά κολοβακτηριοειδή, το Κολοβακτηρίδιο (*Escherichia coli*), οι Εντερόκοκκοι (*Enterococcus sp.*), το Κλωστηρίδιο το διαθλαστικό (*Clostridium perfringens*), η *Pseudomonas aeruginosa* και οι Κοινοί αερόβιοι μικροοργανισμοί στους 37°C και στους 22°C (Χρυσικοπούλου, 2010). Τα Ολικά κολοβακτηριοειδή δεν θεωρούνται ειδικοί δείκτες κοπρανώδους μόλυνσης του νερού, δεδομένου ότι πολλά είδη είναι περιβαλλοντικής προέλευσης (έδαφος, φύλλα κ.λ.π.) (Ρίτκος, 2013). Το Κολοβακτηρίδιο (*Escherichia coli*) θεωρείται ο βασικός δείκτης κοπρανώδους μόλυνσης του νερού. Ως μέρος της φυσιολογικής μικροβιακής χλωρίδας απαντάται στο έντερο των ανθρώπων και των θερμόαιμων ζώων. Είναι αρνητικό κατά Gram, αλλά δεν είναι παθογόνο για τον άνθρωπο (Τσότσου, 2006; Ρίτκος, 2013). Οι Εντερόκοκκοι (*Enterococcus sp.*) βρίσκονται στα κόπρανα των ανθρώπων και των θερμόαιμων ζώων, είναι πιο ανθεκτικοί από το κολοβακτηρίδιο και σπανίως πολλαπλασιάζονται στο νερό. Η παρουσία τους μαζί με την απουσία του κολοβακτηριδίου αποδεικνύει παλιά επιμόλυνση του νερού. Το Κλωστηρίδιο το διαθλαστικό (*Clostridium perfringens*) επιζεί σε αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες, είναι λιγότερο ευαίσθητος δείκτης κοπρανώδους μόλυνσης και βρίσκεται στα

κόπρανα σε πολύ μικρότερους αριθμούς από ότι η *E.coli* και οι εντερόκοκκοι. Η *Pseudomonas aeruginosa* βρίσκεται στα κόπρανα των ανθρώπων, αλλά σε μικρότερη ποσότητα από ότι τα κολοβακτηρίδια και είναι ευκαιριακά παθογόνος μικροοργανισμός. Οι Κοινοί αερόβιοι μικροοργανισμοί στους 37°C και στους 22°C αποτελούν σοβαρή ένδειξη για το αν η ποιότητα του νερού έχει μεταβληθεί ή παραμένει σταθερή δηλαδή παρέχει πληροφορίες για την αποτελεσματικότητα της χλωρίωσης (Ρίτκος, 2013).

Επιπροσθέτως, στις διεργασίες που πραγματοποιούνται για τον έλεγχο του νερού περιλαμβάνονται η ανάλυση των οργανοληπτικών παραμέτρων, η βιολογική έρευνα, η επιτόπια υγειονομική, η φυσική, η χημική και η μικροβιολογική εξέταση. Σαφέστερα, η ανάλυση των οργανοληπτικών παραμέτρων αναφέρεται στον προσδιορισμό της θολότητας, του χρώματος, της γεύσης και της οσμής. Η βιολογική έρευνα εξετάζει την ύπαρξη πρωτόζωων και αλγών που αναπτύσσονται κατά την αποθήκευση του νερού σε δεξαμενές. Η επιτόπια υγειονομική εξέταση στοχεύει στην εύρεση κατάλληλων συνθηκών για την αποφυγή της μόλυνσης και ρύπανσης του νερού. Το πλεονέκτημά της συγκριτικά με τις υπόλοιπες εξετάσεις είναι ότι δίνει πληροφορίες σχετικές με την πρόληψη επιδημιών. Η φυσική εξέταση περιλαμβάνει θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 12°C ώστε να απομακρύνονται το CO₂ και τα άλλα αέρια που είναι υπεύθυνα για τη γεύση του νερού. Στη χημική εξέταση συμπεριλαμβάνονται οι απλές (pH, ασβέστιο), οι ανεπιθύμητες (αμμωνία, αμμωνιακή και νιτρική μορφή) και οι τοξικές (βαρέα μέταλλα) χημικές παράμετροι. Τέλος, η μικροβιολογική εξέταση μελετά τα παθογόνα μικρόβια που εισέρχονται στο νερό μέσω των ζωικών περιττωμάτων και προκαλούν ασθένειες. Τα κόπρανα μπορεί να είναι πηγή παθογόνων βακτηρίων, ιών, πρωτόζωων και ελμινθών (Χρυσικοπούλου, 2010).

Σήμερα, είναι σαφής η ανάγκη που υπάρχει για την επεξεργασία του νερού καθώς, η ρύπανση των υδατικών πόρων συνεχώς αυξάνεται. Η μόλυνση του νερού μεταδίδεται σε μεγάλο αριθμό ατόμων μέσω των συστημάτων ύδρευσης (Χρυσικοπούλου, 2010). Τα συστήματα αυτά δημιουργήθηκαν με σκοπό την εξασφάλιση της ασφαλούς παροχής του νερού στον τελικό αποδέκτη. Είναι ευρέως διαδεδομένα στις Ηνωμένες Πολιτείες αφού αντιπροσωπεύουν τη συντριπτική πλειοψηφία της φυσικής υποδομής για υδροδότηση. Οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις, η σταθερή ροή ή η απουσία της και η αλόγιστη χρήση του νερού σε συγκεκριμένες περιόδους υποβαθμίζουν την ποιότητά του. Ακατάλληλα σχεδιασμένα υδραυλικά συστήματα μπορεί να προκαλέσουν στασιμότητα του νερού και να αυξήσουν τις πιθανότητες επιμόλυνσης του συστήματος ευνοώντας έτσι την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών (Reynolds, 2007).

Τα τελευταία χρόνια παρατηρούνται όλο και περισσότερα κρούσματα υδατογενών λοιμώξεων. Υπάρχουν τέσσερις κατηγορίες λοιμώξεων: αυτές που οφείλονται αποκλειστικά στην κατανάλωση πόσιμου νερού (τυφοειδής πυρετός, χολέρα), αυτές που προκύπτουν από τη μη επαρκή ποσότητα νερού (γαστρεντερίτιδα), εκείνες που οφείλονται σε παθογόνα τα οποία περνούν ένα σημαντικό μέρος της ζωής τους στο νερό ή το νερό είναι απαραίτητο για τη συμπλήρωση του κύκλου τους (σχιστοσωμώση) και οι λοιμώξεις που μεταδίδονται με έντομα τα οποία εκκολάπτονται στο νερό (ελονοσία, κίτρινος πυρετός). Οι παραπάνω λοιμώξεις οφείλονται σε παθογόνους μικροοργανισμούς. Παθογόνοι ονομάζονται οι μικροοργανισμοί που είναι ικανοί να μολύνουν ή να μεταφέρουν ασθένειες. Πολλά είδη είναι ικανά να επιβιώσουν στο νερό και να διατηρήσουν τις μολυσματικές τους ιδιότητες για μεγάλο χρονικό διάστημα (Τσότσου, 2006).

Μια κατηγορία πόσιμου νερού είναι το εμφιαλωμένο νερό. Ως εμφιαλωμένο χαρακτηρίζεται το νερό που έχει μηδενική περιεκτικότητα σε οργανικά στοιχεία και μικροοργανισμούς (Στουρνάρας, 2015) και βρίσκεται σφραγισμένο σε φιάλες ή δοχεία χωρίς πρόσθετα συστατικά, εκτός από ορισμένους αντιμικροβιακούς παράγοντες που μπορεί να περιέχει (Semeijian, 2011). Υπάρχουν δύο κατηγορίες εμφιαλωμένου νερού, αναγνωρισμένες από την Ευρωπαϊκή Ένωση: το επιτραπέζιο και το φυσικό μεταλλικό νερό. Το επιτραπέζιο νερό μπορεί να είναι οποιασδήποτε προέλευσης και συνήθως έχει υποστεί επεξεργασία. Το μεταλλικό νερό προέρχεται από υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα και δεν επιτρέπεται να υποστεί επεξεργασία κατά την εμφιάλωση (Τσότσου, 2006). Από μικροβιολογικής πλευράς, το εμφιαλωμένο νερό πρέπει να διατηρείται σε σκιά και σε θερμοκρασίες κάτω των 18°C για την αποφυγή εμφάνισης παθογόνων μικροοργανισμών (Στουρνάρας, 2015). Γενικά, το εμφιαλωμένο νερό δεν απολυμαίνεται και έτσι, ενδέχεται να περιέχει βακτήρια (Warburton & Austin, 1997). Τα βακτήρια αυτά διακρίνονται σε αυτόχθονα και αλλόχθονα. Τα αυτόχθονα αποτελούν την φυσιολογική χλωρίδα του νερού και είναι συνήθως ψυχρότροφα και ολιγοτροφικά. Από την άλλη, τα αλλόχθονα βακτήρια εισέρχονται στο νερό κατά τη διάρκεια της εμφιάλωσης και δεν ζουν για μεγάλο χρονικό διάστημα μέσα σε αυτό λόγω έλλειψης θρεπτικών ουσιών. Η παρουσία οργανικών ουσιών, τοξικών στοιχείων, νιτρικών και νιτρωδών στο εμφιαλωμένο νερό μπορεί να οδηγήσει σε χρόνιες παθήσεις (Kuo et al., 1997; Parslow et al., 1997).

Σε τελικό επίπεδο, η αποθήκευση νερού είναι απαραίτητη για την κάλυψη όλων των οικιακών και βιομηχανικών αναγκών. Υπέρογκες ποσότητες νερού αποθηκεύονται σε δεξαμενές, οι οποίες διαχωρίζονται σε υδροηλεκτρικές, υπόγειες, ανυψωμένες και σε δεξαμενές εδάφους. Ο ρόλος των δεξαμενών αυτών είναι η πρόληψη μόλυνσης του πόσιμου νερού από την εισχώρηση περιβαλλοντικών ρύπων ή

κοπράνων από ζώα. Για το σχεδιασμό τους, λαμβάνονται υπόψιν οι παρακάτω παράγοντες: πίεση, θερμοκρασία, παροχή και χρόνος παραμονής νερού. Τέλος, η μόλυνση του αποθηκευμένου νερού μπορεί να οδηγήσει σε κίνδυνο της δημόσιας υγείας (Ashbolt et al., 2014).

Η συγκεκριμένη εργασία είχε ως αντικείμενο τον προσδιορισμό της σύστασης της μικροβιακής κοινότητας των βακτηρίων που εντοπίστηκαν σε μια μονάδα παραγωγής εμφιαλωμένου πόσιμου νερού στη Ρουμανία.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Στη συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής εμφιαλωμένου πόσιμου νερού πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία από τρία διαφορετικά περιβάλλοντα. Αυτά ήταν το πηγάδι (BST), η δεξαμενή αποθήκευσης (ST) και η δεξαμενή απορροής (AST).

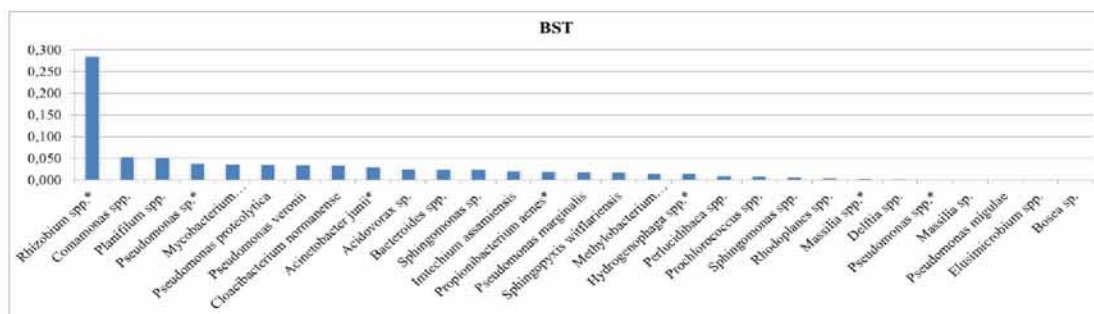
Τα παραπάνω δείγματα επεξεργάστηκαν με τη μέθοδο της πυραλληλούχισης. Πρόκειται για μία μέθοδο αλληλούχισης του DNA που στοχεύει στην ανίχνευση της πυροφωσφατάσης που προκύπτει κατά την σύνθεση του γενετικού υλικού. Ορατό φως παράγεται κατά την διάρκεια των διαδοχικών ενζυματικών αντιδράσεων, η ένταση του οποίου είναι ανάλογη με τον αριθμό των νουκλεοτιδίων που ενσωματώνονται. Έναρξη της διαδικασίας αποτελεί η αντίδραση πολυμερισμού του νουκλεϊκού οξέος και η ενσωμάτωση του συμπληρωματικού νουκλεοτιδίου. Κατά την ενσωμάτωση των νουκλεοτιδίων από την DNA πολυμεράση, απελευθερώνεται ανόργανη πυροφωσφατάση. Στην συνέχεια, η ATP σουλφουριλάση μετατρέπει την πυροφωσφατάση σε ATP. Για να πραγματοποιηθεί η οξείδωση της λουσιφερίνης, κατά την οποία παράγεται φως, απαιτείται ενέργεια. Η ενέργεια αυτή παρέχεται από

την ATP και καταναλώνεται από την λουσιφεράση. Η διαδικασία αυτή διαρκεί 3-4 δευτερόλεπτα σε θερμοκρασία δωματίου. Η παραγόμενη ποσότητα φωτός εντοπίζεται από μια φωτοδίοδο, από έναν σωλήνα φωτοπολλαπλασιαστή ή από αισθητήρες CCD (Charge-Coupled Device). Η πυραλληλούχιση διακρίνεται στην πυραλληλούχιση στερεής φάσης και την πυραλληλούχιση υγρής φάσης. Η πυραλληλούχιση στερεής φάσης χρησιμοποιεί τρία ένζυμα, την πολυμεράση, την πυροφωσφατάση και την λουσιφεράση ως υποστρώματα πάνω στα οποία αδρανοποιείται το DNA. Η έκπλυση του υποστρώματος συμβαίνει μετά την προσθήκη κάθε νουκλεοτιδίου. Στην πυραλληλούχιση υγρής φάσης διαμορφώνεται ένα σύστημα τεσσάρων ενζύμων με την προσθήκη απυράσης, η οποία αποικοδομεί τα νουκλεοτίδια. Σε αντίθεση με την πυραλληλούχιση στερεής φάσης, δεν απαιτείται χρήση στερεού υποστρώματος και ενδιάμεση έκπλυση. Έπειτα, προστέθηκε η πρωτεΐνη SSB, η οποία δεσμεύεται σε μονόκλωνο DNA και ενισχύει την ποιότητα των αλληλουχιών που λαμβάνονται μέσω πυραλληλούχισης. Η πρωτεΐνη SSB αναγνωρίζει αλληλουχίες μεγάλου μήκους και αυξάνει την ευελιξία στο σχεδιασμό των εκκινήτων (Ahmadian et al., 2006). Η πυραλληλούχιση αποτελεί μια γρήγορη, αξιόπιστη και οικονομικά συμφέρουσα μέθοδο αλληλούχισης του DNA σε πραγματικό χρόνο κατά την οποία δεν απαιτείται κλωνοποίηση.

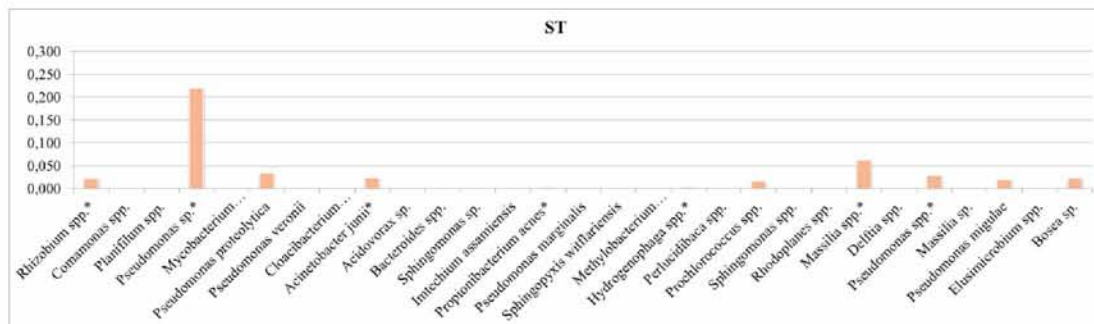
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μετά την ανάλυση των δεδομένων προέκυψαν οι ακόλουθες παρατηρήσεις. Η δεξαμενή αποθήκευσης φαίνεται να παρουσιάζει τη μεγαλύτερη αφθονία σε επίπεδο ειδών (88), ακολουθεί το πηγάδι (71) ενώ η μικρότερη αφθονία εντοπίζεται στην δεξαμενή απορροής (57).

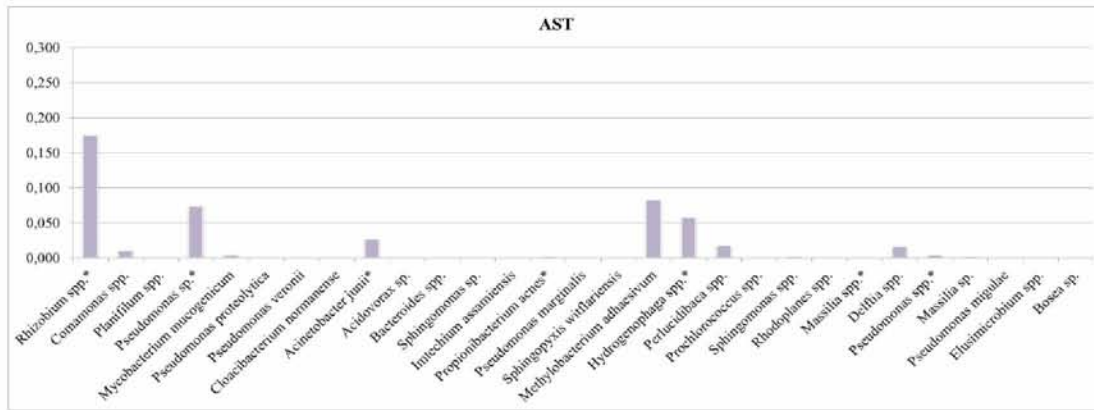
Βρέθηκε ότι το είδος *Rhizobium spp.* είναι το πιο άφθονο στο πηγάδι (BST) σε ποσοστό 28,5% (Εικόνα 1) ενώ το είδος *Pseudomonas sp.* είναι το πιο άφθονο στη δεξαμενή αποθήκευσης (ST) σε ποσοστό 22% (Εικόνα 2). Τέλος, το είδος *Rhizobium spp.* είναι το πιο άφθονο στη δεξαμενή απορροής (AST) σε ποσοστό 17,5% (Εικόνα 3). Η επικράτηση κάθε είδους καθορίζεται από τις συνθήκες που επικρατούν σε κάθε περιβάλλον την εκάστοτε χρονική περίοδο.



Εικόνα 1. Διάγραμμα σχετικής αφθονίας βακτηρίων στο πηγάδι άντλησης (BST).



Εικόνα 2. Διάγραμμα σχετικής αφθονίας βακτηρίων στη δεξαμενή αποθήκευσης (ST).



Εικόνα 3. Διάγραμμα σχετικής αφθονίας βακτηρίων στη δεξαμενή απορροής (AST).

Επίσης, παρατηρήθηκαν ορισμένες αυξομειώσεις στα ποσοτικά χαρακτηριστικά του νερού. Οι αυξομειώσεις αυτές αφορούν τα είδη *Rhizobium spp.*, *Pseudomonas sp.*, *Massilia sp.* και *Pseudomonas spp.*

- *Rhizobium spp.*

Πηγάδι (BST) : 28,5%

Δεξαμενή (ST): Μειώθηκε κατά 2,2%

Δεξαμενή Απορροής (AST): Αυξήθηκε κατά 17,5%

- *Pseudomonas sp.*

Πηγάδι (BST) : 3,9%

Δεξαμενή (ST): Αυξήθηκε κατά 22%

Δεξαμενή Απορροής (AST): Μειώθηκε κατά 7,4%

- *Massilia sp.*

Πηγάδι (BST) : 0,1%

Δεξαμενή (ST): 0,1%

Δεξαμενή Απορροής (AST): Αυξήθηκε κατά 0,2%

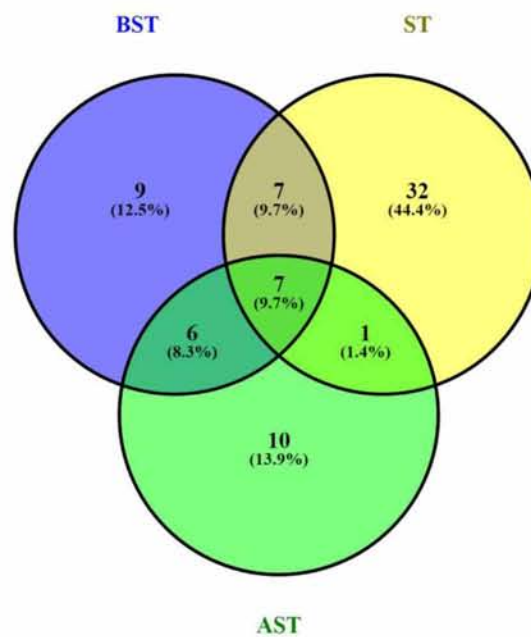
- *Pseudomonas spp.*

Πηγάδι (BST) : 0,1%

Δεξαμενή (ST): Αυξήθηκε κατά 2,9%

Δεξαμενή Απορροής (AST): Μειώθηκε κατά 0,5%

Παράλληλα, διαμορφώθηκε και το διάγραμμα VENN στο οποίο εμφανίζεται η σύσταση των ειδών στα 3 διαφορετικά περιβάλλοντα, καθώς και τα είδη που εντοπίζονται από κοινού.



Τα 7 κοινά είδη στα περιβάλλοντα "BST", "AST" και "ST" είναι:

1. *Rhizobium spp.*

2. *Pseudomonas sp.*
3. *Acinetobacter junii*
4. *Propionibacterium acnes*
5. *Hydrogenophaga spp.*
6. *Massilia sp.*
7. *Pseudomonas spp.*

Τα 9 είδη που περιλαμβάνονται στο "BST":

1. *Planifilum spp.*
2. *Cloacibacterium normanense*
3. *Acidovorax sp.*
4. *Bacteroides spp.*
5. *Sphingomonas sp.*
6. *Imtechium assamiensis*
7. *Sphingopyxis witflariensis*
8. *Rhodoplanes spp.*
9. *Elusimicrobium spp.*

Τα 32 είδη που αποτελούν το "ST" είναι:

1. *Pseudomonas umsongensis*
2. *Limnobacter spp.*

3. *Sphingomonas faeni*
4. *Hydrogenophaga palleronii*
5. *Dongia spp.*
6. *Silanimonas spp.*
7. *Sideroxydans spp.*
8. *Methylophilus spp.*
9. *Rhodoferax spp.*
10. *Hydrogenophaga sp.*
11. *Marinomonas spp.*
12. *Rhodococcus globerulus*
13. *Janthinobacterium sp.*
14. *Rhodoferax sp.*
15. *Pedobacter sp.*
16. *Polaromonas sp.*
17. *Polaromonas spp.*
18. *Thiodictyon elegans*
19. *Duganella spp.*
20. *Rhodobacter spp.*
21. *Fontimonas thermophila*

22. *Nitrosovibrio spp.*
23. *Pseudomonas gessardii*
24. *Nocardioides sp.*
25. *Chloroflexus spp.*
26. *Phenylobacterium sp.*
27. *Caulobacter henricii*
28. *Janthinobacterium spp.*
29. *Brevundimonas aurantiaca*
30. *Dehalococcoides spp.*
31. *Rhodoferax albidiferax sp.*
32. *Sphingopyxis sp.*

Τέλος, τα 10 είδη που απαρτίζουν το "AST" είναι:

1. *Dioscorea elephantipes*
2. *Halospirulina spp.*
3. *Sphingomonas wittichii*
4. *Paenibacillus amylolyticus*
5. *Candidatus phytoplasma sugarcane phytoplasma (uncharacterized)*
6. *Desulfuromonas spp.*
7. *Micrococcus luteus*

8. *Cyanobium sp.*
9. *Porphyrobacter spp.*
10. *Nocardioides spp.*

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Rhizobium spp.

Τα κύτταρά του είναι αερόβια και αρνητικά κατά Gram. Οι αποικίες είναι συνήθως λευκές ή μπλε, κυκλικές, κυρτές, ημιδιαφανείς ή αδιαφανείς. Η βέλτιστη θερμοκρασία για την ανάπτυξή τους είναι οι 25-30°C. Ωστόσο, ορισμένα είδη μπορούν να αναπτυχθούν σε θερμοκρασίες >40°C. Το εύρος του pH είναι 4-10 με βέλτιστη τιμή 6-7 (Kuykendall et al., 2015).

Ψευδομονάδες

Το γένος των ψευδομονάδων είναι μια από τις βασικότερες και τις πλέον ποικιλόμορφες ομάδες βακτηρίων που συναντώνται στον πλανήτη (Spiers et al., 2000). Μορφολογικά, οι ψευδομονάδες εμφανίζονται ως αρνητικά κατά Gram βακτήρια, δεν παράγουν σπόρια και κινούνται με μια ή περισσότερες πολικές βλεφαρίδες (Αρσένη, 1996). Τα είδη της ψευδομονάδας απαντώνται σε αφθονία στο νερό, στο έδαφος και στα φυτά και έχουν χαμηλές διατροφικές απαιτήσεις. Συγκεκριμένα, η *Pseudomonas aeruginosa* αναπτύσσεται σε διάφορα περιβάλλοντα όπως το εμφιαλωμένο νερό και το νερό βρύσης (Ganguli & Tripathi, 1999). Πολλά είδη χρησιμοποιούν ένα μεγάλο αριθμό οργανικών ενώσεων ως πηγή άνθρακα και ενέργειας (Romling et al., 1994). Σε συστήματα κρύου νερού, τα είδη των

ψευδομονάδων προκαλούν μικροβιακές μολύνσεις, ενώ αντίθετα σε ζεστά νερά ανιχνεύονται σπάνια (Volker et al., 2010). Η *Pseudomonas aeruginosa* μπορεί να αναπτυχθεί ακόμα και σε θερμοκρασία 42°C, ενώ η βέλτιστη είναι 37°C. Μερικά είδη ψευδομονάδων είναι παθογόνα και τα περισσότερα από αυτά δυνητικώς παθογόνα. Οι ασθένειες που προκαλούν είναι: λοιμώξεις του αναπνευστικού, ωτίτιδες, λοιμώξεις των οφθαλμών, λοιμώξεις οστών και συνδέσμων και λοιμώξεις του δέρματος (Σαζακλή, 2005).

Acinetobacter junii

Το *Acinetobacter* είναι αρνητικό κατά Gram, αυστηρώς αερόβιο, μη κινητικό, θετικό στην καταλάση και αρνητικό στην οξειδάση. Διαβιεί στο έδαφος, στο νερό καθώς και σε ζωντανούς οργανισμούς, όπου μπορεί ή όχι να είναι παθογόνοι. Τα κλινικά απομονωμένα στελέχη του *Acinetobacter* αναπτύσσονται στους 37°C, ενώ μερικά μπορούν να αναπτυχθούν σε θερμοκρασίες έως και 42°C. Ωστόσο, η θερμοκρασία των 30-34°C συνιστάται για την ανάπτυξή του. Το *Acinetobacter* σχηματίζει βλενώδεις, ανοικτές κίτρινες έως γκριζωπές αποικίες. Η ικανότητα των στελεχών του να προσκολλώνται σε επιφάνειες το καθιστούν παθογόνο. Η δράση των βακτηρίων αυτών είναι συνυφασμένη με τη νόσο της πνευμονίας. Σε υγιή άτομα, είναι φυσιολογικό να εμφανίζεται κάποια ποσότητά τους στην επιφάνεια του δέρματος. Επειδή τα *Acinetobacter* είναι πολύ ανθεκτικά στα αντιβιοτικά η μελέτη του DNA τους θα βοηθήσει στην ανάπτυξη καλύτερων φαρμάκων για τον έλεγχο των επιδημιών της λοίμωξης (Tripathi et al., 2014).

Propionibacterium acnes

Είναι ένα αναερόβιο, Gram θετικό βακτήριο που συνδέεται με την ακμή του δέρματος. Ονομάζεται έτσι από την ικανότητά του να παράγει προπιονικό οξύ. Αποτελεί μέρος της χλωρίδας του δέρματος και βρίσκεται στα λιπαρά οξέα που υπάρχουν στο σμήγμα. Η αυξημένη παραγωγή σμήγματος από σμηγματογόνους αδένες μπορεί να προκαλέσει ανάπτυξη και πολλαπλασιασμό των βακτηρίων του. Τα αντιβιοτικά χρησιμοποιούνται συνήθως για τη θεραπεία λοιμώξεων που προκαλούνται από τον *P. Acnes* (Brackman et al., 2013; Lawrence et al., 2017).

Hydrogenophaga spp.

Τα κύτταρά του είναι αερόβια, αρνητικά κατά Gram και θετικά στην οξειδάση και την καταλάση. Διαθέτουν ευθείες έως ελαφρώς καμπυλωτές ράβδους που εμφανίζονται μεμονωμένα ή σε ζεύγη. Επίσης, μετακινούνται με ένα ή σπάνια, δύο πολικά μαστίγια. Οι αποικίες που σχηματίζουν είναι κίτρινες λόγω της παρουσίας καροτενοειδών χρωστικών ουσιών (Willems & Gillis, 2015).

Massilia sp.

Τα κύτταρα του συγκεκριμένου είδους είναι αρνητικά κατά Gram, σε σχήμα ράβδου και εμφανίζονται μεμονωμένα ή σε ζεύγη. Επιπλέον, είναι αυστηρώς αερόβια, κινούνται και δεν σχηματίζουν σπόρια. Η ανάπτυξη συμβαίνει στους 4-30°C (βέλτιστη θερμοκρασία 28°C) και σε pH 4.0-9.0 (βέλτιστο pH 6.0-7.0) (Gallego et al. 2006).

Cloacibacterium normanense

Είναι Gram αρνητικό, μη κινητικό και προαιρετικά αναερόβιο βακτήριο που απομονώθηκε από αστικά λύματα. Έχει σχήμα ράβδου και παράγει μια κίτρινη χρωστική ουσία. Η ανάπτυξη σημειώνεται μεταξύ 18 και 36°C. Η βέλτιστη θερμοκρασία είναι 30°C. Όλα τα στελέχη αναπτύσσονται σε pH 7 και 8. Το βέλτιστο pH για όλα τα στελέχη είναι 7. Είναι θετικό στην οξειδάση και καταλάση (Allen et al., 2006).

Acidovorax sp.

Τα κύτταρά του είναι αερόβια, αρνητικά κατά Gram και έχουν θετική οξειδάση. Περιέχουν ευθείες έως ελαφρώς καμπυλωτές ράβδους που εμφανίζονται μεμονωμένα, σε ζεύγη ή σε μικρές αλυσίδες. Η μετακίνηση γίνεται με ένα ή ,σπάνια, δύο ή τρία πολικά μαστίγια. Τα στελέχη μπορούν να απομονωθούν από το έδαφος, το νερό, από κλινικά δείγματα, λάσπη και μολυσμένα φυτά (Willems & Gillis, 2015).

Sphingomonas sp.

Πρόκειται για αρνητικά κατά Gram βακτήρια. Είναι αυστηρά αερόβια και θετικά στην καταλάση. Ανιχνεύονται στο νερό και είναι δυνητικώς παθογόνα (Yabuuchi & Kosako, 2015).

Pseudomonas umsongensis

Τα κύτταρα είναι αρνητικά κατά Gram, έχουν σχήμα ράβδου και δεν σχηματίζουν σπόρια. Η κίνησή τους πραγματοποιείται από ένα μόνο πολικό μαστίγιο. Είναι θετικά στην καταλάση και στην οξειδάση. Τα στελέχη αναπτύσσονται στους 4°C (Kwon et al., 2003).

Limnobacter sp

Πρόκειται για κινητά και αρνητικά κατά Gram κύτταρα που απομονώθηκαν από ίζημα γλυκού νερού. Είναι υποχρεωτικά αερόβια και αναπτύσσονται σε ποικιλία υποστρωμάτων. Οι μικροοργανισμοί αυτοί είναι γνωστοί ως βακτήρια οξειδωσης του θείου (Spring et al., 2001).

Hydrogenophaga palleronii

Πρόκειται για κύτταρα σχήματος ράβδου που εμφανίζονται μεμονωμένα ή σε ζεύγη. Είναι αρνητικά κατά Gram και αερόβια. Σχηματίζουν κίτρινες αποικίες λόγω της παρουσίας καροτενοειδών χρωστικών ουσιών. Είναι θετικά στην οξειδάση και καταλάση (Willems et al., 2015).

Dongia spp.

Τα κύτταρά του είναι αρνητικά κατά Gram, αρνητικά στην καταλάση και θετικά στην οξειδάση (Baik et al., 2013).

Silanimonas spp.

Τα κύτταρά του *Silanimonas lenta* που απομονώθηκαν από νερά θερμής πηγής είναι αρνητικά κατά Gram και έχουν σχήμα ράβδου. Κάποια κύτταρα διαθέτουν πολικό μαστίγιο. Οι αποικίες που σχηματίζονται είναι ανοιχτοκίτρινες, διαφανείς και κολλώδεις. Το εύρος του pH που σημειώθηκε για την ανάπτυξή τους

είναι 6-10, με βέλτιστη την τιμή 9 και το εύρος της θερμοκρασίας είναι 25–53°C με βέλτιστη τους 47°C (Lee et al., 2005).

Sideroxydans spp.

Αυτός ο μικροοργανισμός απομονώθηκε από υπόγεια ύδατα. Τα κύτταρά του έχουν σχήμα ράβδου. Το εύρος του pH που σημειώθηκε για την ανάπτυξή του είναι 5,5-7,5 με βέλτιστη τιμή pH μεταξύ 6,0 και 6,5. Αντίστοιχα, το εύρος θερμοκρασίας για την ανάπτυξη ήταν μεταξύ 10-35°C, με βέλτιστη θερμοκρασία τους 30°C (Emerson et al., 2013).

Methylophilus spp.

Τα κύτταρα του *Methylophilus quaylei* είναι αερόβια και αρνητικά κατά Gram. Οι βέλτιστες συνθήκες ανάπτυξης είναι θερμοκρασία 25-29°C και pH 6,5-7,5 (Doronina et al., 2005).

Rhodoferax spp.

Τα κύτταρα του *Rhodoferax saidenbachensis* έχουν σχήμα ράβδου και απομονώθηκαν από ίζημα δεξαμενής πόσιμου νερού. Είναι αρνητικά κατά Gram και θετικά στην οξειδάση και καταλάση. Το θερμοκρασιακό εύρος ανάπτυξης προσδιορίστηκε μεταξύ 4-30°C με βέλτιστη τιμή τους 20°C και το εύρος του pH 6-9 (Kaden et al., 2014).

Marinomonas spp

Τα κύτταρα του *Marinomonas posidonica* απομονώθηκαν από λιβάδι Ποσειδωνίας και είναι ελικοειδή με στρογγυλά άκρα. Πρόκειται για αυστηρώς αερόβια και χημειοργανότροφα κύτταρα. Το θερμοκρασιακό εύρος ανάπτυξης είναι 5-30°C, ενώ δεν παρατηρήθηκε παθογένεια (Lucas-Elío et al., 2012).

Rhodococcus globerulus

Τα κύτταρα των ειδών του γένους *Rhodococcus* είναι αερόβια και θετικά κατά Gram. Συγκεκριμένα, το *R. equi* προκαλεί πνευμονία στους ανθρώπους (Bagdure et al., 2012).

Janthinobacterium sp.

Το *Janthinobacterium lividum* είναι ένα κατά Gram αρνητικό, κινητό, αερόβιο βακτήριο που συνήθως απομονώνεται από χώμα και νερό ψυχρών περιοχών, όπως βουνά ή παγετώνες. Ανάπτυξη παρατηρείται μεταξύ 4-30°C, με βέλτιστη τιμή τους 25°C (Valdes et al., 2015). Το γένος *Janthinobacterium* είναι γνωστό για τις αντιμυκητιακές του δράσεις και συγκεκριμένα το *J. Livium* καταστέλλει την ανάπτυξη των μυκήτων στο δέρμα του ανθρώπου (Haack et al., 2016).

Pedobacter sp.

Τα κύτταρα του *Pedobacter aquatilis* απομονώθηκαν από πόσιμο νερό, είναι αρνητικά κατά Gram και σχηματίζουν ράβδους χωρίς σπόρια. Είναι θετικά στην

οξειδάση και την καταλάση αλλά δεν παρουσιάζουν κίνηση. Η ανάπτυξη συμβαίνει σε θερμοκρασίες μεταξύ 4 και 30°C με βέλτιστη τιμή τους 25-28°C και σε pH 5-9 με βέλτιστη τιμή 6-7 (Gallego et al., 2006).

Thiodictyon elegans

Τα κύτταρα έχουν σχήμα ράβδου και είναι αρνητικά κατά Gram (Imhoff, 2015).

Fontimonas thermophile

Τα κύτταρα απομονώθηκαν από θερμές πηγές γλυκού νερού, είναι αρνητικά κατά Gram, σε σχήμα ράβδου και αερόβια. Η ανάπτυξή τους σημειώθηκε σε εύρος θερμοκρασίας 37-60°C, με βέλτιστη τιμή τους 45-50°C και σε pH 6,5-8,5, με βέλτιστη τιμή 6,5-7,0 (Losey et al., 2013).

Nitrosovibrio spp.

Είναι ένα ψυχρότροφο βακτήριο που έχει την ικανότητα να οξειδώνει την αμμωνία και απομονώθηκε από το έδαφος. Τα κύτταρά του έχουν σχήμα ράβδου, είναι αρνητικά κατά Gram και υποχρεωτικώς αερόβια. Οι αποικίες που σχηματίστηκαν έχουν κόκκινο χρώμα και είναι κυκλικές. Η βέλτιστη θερμοκρασία για μέγιστη ανάπτυξη είναι 20°C και η ελάχιστη ανάπτυξη συμβαίνει στους 5°C και στους 35°C (Tokuyama et al., 1997).

Chloroflexus spp.

Τα κύτταρα εντοπίζονται σε ιζήματα λιμνών και σε μικροβιακούς τάπητες και ορισμένα στελέχη έχουν ανώτερο όριο θερμοκρασίας 70°C (Pierson & Castenholz, 1992; Canfield et al., 2005).

Phenylobacterium sp

Τα κύτταρα του *Phenylobacterium lituiforme* απομονώθηκαν από πηγάδι, είναι αρνητικά κατά Gram, αερόβια και θετικά στην οξειδάση και την καταλάση. Επίσης, είναι κινητικά και δεν σχηματίζουν σπόρια. Οι αποικίες που σχηματίστηκαν είναι ανοιχτοκίτρινες και κυκλικές. Η ανάπτυξη συμβαίνει σε θερμοκρασίες μεταξύ 40-41°C και σε pH 6-9 με βέλτιστη τιμή 6-6,5 (Kanso & Patel, 2004). Το είδος *Phenylobacterium zucineum* μπορεί να εμφανίσει παθολογική σχέση με ανθρώπους και θηλαστικά (Zhang et al., 2006).

Caulobacter henricii

Τα κύτταρα είναι αρνητικά κατά Gram σπάνια εμφανίζουν παθογένεια στους ανθρώπους (Penner et al., 2016).

Janthinobacterium spp.

Τα κύτταρα είναι αρνητικά κατά Gram και απαντώνται στο έδαφος και σε νερά ποταμών, λιμνών και πηγών. Έχουν σχήμα ράβδου και είναι θετικά στην οξειδάση και την καταλάση. Επιπροσθέτως, είναι κινητικά και αερόβια. Η βέλτιστη

θερμοκρασία ανάπτυξής τους είναι οι 25°C, η μέγιστη τιμή θερμοκρασίας οι 32°C και η ελάχιστη οι 2°C. Το βέλτιστο pH κυμαίνεται μεταξύ του 7 και του 8, ενώ δεν παρατηρείται ανάπτυξη σε pH <5 (Στεριώτη, 2016).

Brevundimonas aurantiaca

Τα κύτταρα είναι αρνητικά κατά Gram και αερόβια (Vancanneyt et al., 2015).

Dehalococcoides spp.

Τα κύτταρα είναι αρνητικά κατά Gram, σφαιρικά και αναερόβια. Αναπτύσσονται σε θερμοκρασίες 25-40°C και σε ουδέτερα pH (Τας et al., 2010).

Paenibacillus amylolyticus

Τα κύτταρα είναι θετικά κατά Gram, σφαιρικά και θετικά στην καταλάση. Είναι προαιρετικά αναερόβια και σχηματίζουν ενδοσπόρια. Τα βακτήρια που ανήκουν σε αυτό το γένος έχουν ανιχνευθεί σε ποικίλα περιβάλλοντα, όπως: χώμα, νερό, φυτική ύλη, προνύμφες ζωοτροφών και εντόμων (Priest, 2015).

Desulfuromonas spp.

Τα κύτταρα είναι αρνητικά κατά Gram και αυστηρά αναερόβια. Βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξης είναι οι 30°C. Παρουσιάζονται τακτικά σε ανοξικά ιζήματα λιμνών και σε θαλάσσια ή υφάλμυρα ενδιαιτήματα. Έχουν επίσης εμπλουτιστεί από ιζήματα γλυκού νερού (Kuever et al., 2015).

Micrococcus luteus

Είναι ένα θετικό κατά Gram βακτήριο, υποχρεωτικά αερόβιο που απαντάται στο έδαφος, τη σκόνη, το νερό, τον αέρα αλλά και ως μέρος της φυσιολογικής χλωρίδας του δέρματος των θηλαστικών. Το βακτήριο αποικίζει επίσης το ανθρώπινο στόμα, τους βλεννογόνους, το στοματοφάρυγγα και την άνω αναπνευστική οδό. Έχει αποδειχθεί ότι επιβιώνει σε oligοτροφικά περιβάλλοντα για παρατεταμένες χρονικές περιόδους (Rokem et al., 2011).

Nocardioides spp.

Τα κύτταρα είναι θετικά κατά Gram, αερόβια, σφαιρικά, κινητικά και θετικά στην καταλάση (Evtushenko et al., 2015).

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η σχετική αφθονία των βακτηρίων σε 3 διαφορετικά περιβάλλοντα μιας μονάδας παραγωγής εμφιαλωμένου πόσιμου νερού στη Ρουμανία. Πιο συγκεκριμένα, αυτά τα περιβάλλοντα ήταν το πηγάδι (BST), η δεξαμενή αποθήκευσης (ST) και η δεξαμενή απορροής (AST). Σύμφωνα με το διάγραμμα VENN, ο αριθμός των ειδών που εντοπίστηκε στο πηγάδι ανήλθε σε 9, στη δεξαμενή αποθήκευσης σε 32 και στη δεξαμενή απορροής σε 10. Τα 9 είδη που βρέθηκαν στο πηγάδι είναι:

- *Planifilum spp.*
- *Cloacibacterium normanense*
- *Acidovorax sp.*

- *Bacteroides spp.*
- *Sphingomonas sp.*
- *Imtechium assamiensis*
- *Sphingopyxis witflariensis*
- *Rhodoplanes spp.*
- *Elusimicrobium spp.*

Τα 32 είδη που εμφανίστηκαν στη δεξαμενή αποθήκευσης είναι:

- *Pseudomonas umsongensis*
- *Limnobacter spp.*
- *Sphingomonas faeni*
- *Hydrogenophaga palleronii*
- *Dongia spp.*
- *Silanimonas spp.*
- *Sideroxydans spp.*
- *Methylophilus spp.*
- *Rhodoferax spp.*
- *Hydrogenophaga sp.*
- *Marinomonas spp.*

- *Rhodococcus globerulus*
- *Janthinobacterium sp.*
- *Rhodoferax sp.*
- *Pedobacter sp.*
- *Polaromonas sp.*
- *Polaromonas spp.*
- *Thiodictyon elegans*
- *Duganella spp.*
- *Rhodobacter spp.*
- *Fontimonas thermophila*
- *Nitrosovibrio spp.*
- *Pseudomonas gessardii*
- *Nocardioides sp.*
- *Chloroflexus spp.*
- *Phenylobacterium sp.*
- *Caulobacter henricii*
- *Janthinobacterium spp.*
- *Brevundimonas aurantiaca*

- *Dehalococcoides spp.*
- *Rhodoferax albidiferax sp.*
- *Sphingopyxis sp.*

Τα 10 είδη που συναποτελέσαν τη δεξαμενή απορροής είναι:

- *Dioscorea elephantipes*
- *Halospirulina spp.*
- *Sphingomonas wittichii*
- *Paenibacillus amylolyticus*
- *Candidatus phytoplasma sugarcane phytoplasma (uncharacterized)*
- *Desulfuromonas spp.*
- *Micrococcus luteus*
- *Cyanobium sp.*
- *Porphyrobacter spp.*
- *Nocardioides spp.*

Επιπλέον, τα είδη που παρουσίασαν τις μεγαλύτερες μεταβολές σχετικά με την αφθονία τους ήταν το *Rhizobium spp.*, το *Pseudomonas sp.*, το *Massilia sp.* και το *Pseudomonas spp.*. Τα είδη που συνυπήρξαν τόσο στο πηγάδι όσο και στις δεξαμενές αποθήκευσης και απορροής είναι:

- *Rhizobium spp.*

- *Pseudomonas sp.*
- *Acinetobacter junii*
- *Propionibacterium acnes*
- *Hydrogenophaga spp.*
- *Massilia sp.*
- *Pseudomonas spp.*

Από αυτά δυνητικώς παθογόνα για τον άνθρωπο είναι οι ψευδομονάδες, το *Propionibacterium acnes* και το *Acinetobacter junii*. Για την εκτενέστερη μελέτη της παθογένειας των βακτηρίων απαιτούνται πειράματα που σε βάθος χρόνου θα εξετάζουν τις επιπτώσεις των ειδών στην υγεία του ανθρώπου.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

6.1 Ξένη βιβλιογραφία

- Ahmadian A., Ehn M., Hober S., (2006), <<Pyrosequencing: History, biochemistry and future.>>, Clinica Chimica Acta, 363:83-94, Διαθέσιμο στο: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16165119>, [Ημερ. προσπέλασης: 11-04-2018].
- Allen T.D., Lawson P.A., Collins M.D., Falsen E., Tanner R.S., (2006), <<*Cloacibacterium normanense* gen. nov., sp. nov., a novel bacterium in the family *Flavobacteriaceae* isolated from municipal wastewater>>, International Journal Of Systematic And Evolutionary Microbiology, Διαθέσιμο στο: https://ijs.microbiologyresearch.org/content/journal/ijsem/10.1099/ijs.0.642180?fbclid=IwAR0ql434z0PV6gh3kkX8bFC4bT19iSmyy75QrCRU_xZLM7TIqYkeyIkvjYo#tab2, [Ημερ. Προσπέλασης: 30-12-2018].
- Ashbolt N., Cunliffe D., D'Anglada L., Greiner P., Gupta R., Jayaratne A., O'Connor N., Purkiss D., Viola D., Wong K.W., (2014), <<Water Safety in Distribution Systems>>, World Health Organization, Διαθέσιμο στο: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/Water_s

- [afety_distribution_systems_2014v1.pdf](#) , [Ημερ. προσπέλασης: 11-04-2018].
- Bagdure S.R., Fisher M.A., Ryan M.E., Khaswaneh F.A., (2012), <<*Rhodococcus erythropolis* Encephalitis in Patient Receiving Rituximab>>, Emerging Infectious Diseases 18(8):1377–1379, Διαθέσιμο στο: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3414008/?fbclid=IwAR0lzpMzmswObHC3DxODcuFD8ggWlt122mpXWRhN07nNv7EMe2Ar_VhRLUw , [Ημερ. Προσπέλασης: 30-12-2018].
 - Baik K.S., Hwang Y.M., Choi J.S., Kwon J., Seong C.N., (2013), <<*Dongia rigui sp. nov.*, isolated from freshwater of a large wetland in Korea.>>, US National Library of Medicine National Institutes of Health, Διαθέσιμο στο: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24046206>, [Ημερ. προσπέλασης: 15-07-2018].
 - Brackman G., Forier K., Al Quntar A.A.A., De Canck E., Enk C.D., Srebnik M., Braeckmans K., Coenye T., (2013), <<Thiazolidinedione derivatives as novel agents against *Propionibacterium acnes* biofilms>>, Διαθέσιμο στο: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jam.12378> , [Ημερ. προσπέλασης: 23-07-2018].
 - Canfield D.E., Kristensen E., Thamdrup B., (2005), <<The Sulfur Cycle>>, Advances In Marine Biology, 48:313-381, Διαθέσιμο στο:

[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065288105480098?fbclid=IwAR25Vk9d2A8ZEctIistfaJ8YKY5ag1sW-](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065288105480098?fbclid=IwAR25Vk9d2A8ZEctIistfaJ8YKY5ag1sW-BMWII2RQWAocQK1iQfrvx6wvCY)

[BMWII2RQWAocQK1iQfrvx6wvCY](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065288105480098?fbclid=IwAR25Vk9d2A8ZEctIistfaJ8YKY5ag1sW-BMWII2RQWAocQK1iQfrvx6wvCY) , [Ημερ. Προσπέλασης: 30-12-2018].

- Doronina N., Ivanova E., Trotsenko Y., Pshenichnikova A., Kalinina E., Shvets V., (2005), <<*Methylophilus quaylei* sp. nov., a new aerobic obligately methylotrophic bacterium.>>, Systematic and Applied Microbiology, 28(4):303-309.
- Emerson D., Field E.K., Chertkov O., Davenport K.W., Goodwin L., Munk C., Nolan M., Woyke T., (2013), <<Comparative genomics of freshwater Fe-oxidizing bacteria: implications for physiology, ecology, and systematics.>>, Frontiers in Microbiology, Διαθέσιμο στο: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3770913/> , [Ημερ. προσπέλασης: 15-07-2018].
- Evtushenko J.I., Krausova V.I., Yoon J.H., (2015), <<*Nocardioides*>>, Διαθέσιμο στο: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781118960608.gbm00159> , [Ημερ. Προσπέλασης: 23-07-2018].
- Gallego V., Garcia M.T., Ventosa A., (2006), <<*Pedobacter aquatilis* sp. nov., isolated from drinking water, and emended description of the genus *Pedobacter*.

<http://ijs.microbiologyresearch.org/content/journal/ijsem/10.1099/ijs.0.64176-0#tab2>, [Ημερ. προσπέλασης: 11-04-2018].

- Gallego V., Sánchez-Porro C., García M.T., Ventosa A., (2006), << *Massilia aurea* sp. nov., isolated from drinking water >>, International Journal Of Systematic And Evolutionary Microbiology, Διαθέσιμο στο: <http://ijs.microbiologyresearch.org/content/journal/ijsem/10.1099/ijs.0.64389-0#tab2>, [Ημερ. προσπέλασης: 29-07-2018].
- Ganguli A., Tripathi A. K., (1999), <<Survival and chromate reducing ability of *Pseudomonas aeruginosa* in industrial effluents.>>, Lett. Appl. Microbiol. 28 (1): 76-80, Διαθέσιμο στο: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10030037>, [Ημερ. προσπέλασης: 17-05-2018].
- Haack F.S., Poehlein A., Kroger C., Voigt C.A., Piepenbring M., Bode H.B., Daniel R., Schafer W., Streit W.R., (2016), <<Molecular Keys to the *Janthinobacterium* and *Duganella* spp. Interaction with the Plant Pathogen *Fusarium graminearum*.>>, Frontiers in Microbiology, Διαθέσιμο στο: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5080296/>, [Ημερ. προσπέλασης: 12-04-2018].
- Imhoff J.F., (2015), <<Thiodictyon*>>, Διαθέσιμο στο: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781118960608.gb.m01119>, [Ημερ. προσπέλασης: 15-07-2018].

- Kaden R., Spröer C., Beyer D., Krolla-Sidenstein P., (2014), <<*Rhodoferax saidenbachensis* sp. nov., a psychrotolerant, very slowly growing bacterium within the family Comamonadaceae, proposal of appropriate taxonomic position of *Albidiferax ferrireducens* strain T118T in the genus *Rhodoferax* and emended description of the genus *Rhodoferax*.>>, International Journal Of Systematic And Evolutionary Microbiology, Διαθέσιμο στο: <http://ijs.microbiologyresearch.org/content/journal/ijsem/10.1099/ijs.0.054031-0> , [Ημερ. προσπέλασης: 04-04-2018].
- Kanso S., Patel B.K.C., (2004), <<*Phenylobacterium lituiforme* sp. nov., a moderately thermophilic bacterium from a subsurface aquifer, and emended description of the genus *Phenylobacterium*.>>, International Journal Of Systematic And Evolutionary Microbiology, Διαθέσιμο στο: <http://ijs.microbiologyresearch.org/content/journal/ijsem/10.1099/ijs.0.63138-0#tab2> , [Ημερ. προσπέλασης: 11-04-2018].
- Kuever J., Rainey F.A., Widdel F., (2015), <<*Desulfuromonas*>>, Διαθέσιμο στο: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781118960608.gbm01039?fbclid=IwAR25Vk9d2A8ZEctIistfaJ8YKY5ag1sW-BMWII2RQWAocQK1iQfrvx6wvCY> , [Ημερ. Προσπέλασης: 30-12-2018].
- Kuo H.W., Chiang T.F., Lo I.I., Chan, C.C., Lai, J.S., Wang J.D., (1997), <<Exposure assessment of volatile organic compounds

- from water in Taiwan Metropolitan and petrochemical areas.>>, Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 59(5):708-714, Διαθέσιμο στο: https://www.researchgate.net/publication/13903447_Exposure_Assessment_of_Volatile_Organic_Compounds_from_Water_in_Taiwan_Metropolitan_and_Petrochemical_Areas , Ημερ. προσπέλασης: 17-05-2018].
- Kuykendall L.D., Young J.M., Romero E.M., Kerr A., Sawada H., (2015), <<*Rhizobium*>>, Διαθέσιμο στο: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781118960608.gbm00847> , [Ημερ. Προσπέλασης: 30-12-2018].
 - KYOCP, (2012), Διαθέσιμο στο: <https://kyocp.wordpress.com/2012/10/02/the-importance-of-water-storage-in-distribution-systems> , [Ημερ. Προσπέλασης: 30-12-2018].
 - Kwon S.W., Kim J.S., Park I.C., Yoon S.H., Park D.H., Lim C.K., Go S.J., (2003), <<*Pseudomonas koreensis sp. nov., Pseudomonas umsongensis sp. nov.* and *Pseudomonas jinjuensis sp. nov.*, novel species from farm soils in Korea>>, International Journal Of Systematic And Evolutionary Microbiology, Διαθέσιμο στο: <http://ijs.microbiologyresearch.org/content/journal/ijsem/10.1099/ijs.0.02326-0#tab2> , [Ημερ. προσπέλασης: 29-04-2018].
 - Lawrence H., Moore T., Webb K., Lim W. S., (2017), <*Propionibacterium acnes* pleural empyema following medical

- thoracoscopy>>, Διαθέσιμο στο: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5471113/>, [Ημερ. προσπέλασης: 23-07-2018].
- Lee E.M., Jeon C.O., Choi I., Chang K.S., Kim C.J., (2005), <<*Silanimonas lenta* gen. nov., sp. nov., a slightly thermophilic and alkaliphilic gammaproteobacterium isolated from a hot spring.>>, International Journal Of Systematic And Evolutionary Microbiology, Διαθέσιμο στο: <http://ijs.microbiologyresearch.org/content/journal/ijsem/10.1099/ijs.0.63328-0>, [Ημερ. προσπέλασης: 18-04-2018].
 - Losey N.A., Stevenson B.S., Verborg S., Rudd S., Moore E.R., Lawson P.A., (2013), <<*Fontimonas thermophila* gen. nov., sp. nov., a moderately thermophilic bacterium isolated from a freshwater hot spring, and proposal of Solimonadaceae fam. nov. to replace Sinobacteraceae Zhou et al. 2008.>>, US National Library of Medicine National Institutes of Health, Διαθέσιμο στο: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22407788>, [Ημερ. προσπέλασης: 11-04-2018].
 - Lucas-Elío P., Goodwin L., Woyke T., Pitluck S., Nolan M., Kyrpides N.C., Detter J.C., Copeland A., Lu M., Bruce D., Detter C., Tapia R., Han S., Land M.L., Ivanova N., Mikhailova N., Johnston A.W.B., Sanchez-Amat1 A., (2012), <<Complete genome sequence of *Marinomonas posidonica* type strain (IVIA-Po-181T)>>, US National Library of Medicine National Institutes of

- Health, Διαθέσιμο στο: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3577112/>, [Ημερ. προσπέλασης: 15-07-2018].
- Parslow R.C., McKinney P.A., Law G.R., Staines A., Williams R., Bodansky J., (1997), <<The incidence of childhood diabetes mellitus in Yorkshire, northern England, is associated with nitrate in drinking water: an ecological analysis.>>, *Diabetologia*, 40(5):550-556, Διαθέσιμο στο: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9165223>, [Ημερ. προσπέλασης: 17-05-2018].
 - Penner F., Brossa S., Barbui A.M., Ducati A., Cavallo R., Zenga F., (2016), <<*Caulobacter* spp: A Rare Pathogen Responsible for Paucisintomatic Persistent Meningitis in a Glioblastoma Patient>>, *World Neurosurgery*, 96:611.e11-611, Διαθέσιμο στο: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878875016308464?fbclid=IwAR2SyFhAurcZgTzEG2fF6EtlIEuI3BR_mf6cCISe82znB46yiszKIXABIAA , [Ημερ. Προσπέλασης: 30-12-2018].
 - Pierson B.K., Castenholz R.W., (1992), <<The Family Chloroflexaceae>>, *The Prokaryotes*, pp 3754-3774 , Διαθέσιμο στο: https://rd.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4757-2191-1_44?fbclid=IwAR2xb2857F_K5EGlf2qr5sX3o81AKaHhxO1LP2DBUO5b6ZYxoFpgl7ARimo , [Ημερ. Προσπέλασης: 30-12-2018].
 - Priest F.G., (2015), <<*Paenibacillus*>>, Διαθέσιμο στο:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781118960608.gbm00553>, [Ημερ. προσπέλασης: 23-07-2018].

- Reynolds K.A., (2007), <<Vulnerabilities of the Drinking Water Distribution System>>, Water Conditioning & Purification, Διαθέσιμο στο: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.615.4141&rep=rep1&type=pdf>, [Ημερ. προσπέλασης: 15-07-2018].
- Rokem J.S., Vongsangnak W., Nielsen J., (2011), <<Comparative metabolic capabilities for *Micrococcus luteus* NCTC 2665, the “Fleming” strain, and actinobacteria>>, Διαθέσιμο στο: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bit.23212>, [Ημερ. προσπέλασης: 23-07-2018].
- Romling U., Wingender J., Muller H., Tummeler B., (1994), <<A major *Pseudomonas aeruginosa* clone common to patients and aquatic habitats.>>, Applied and Environmental Microbiology, 60: 1734–1738, Διαθέσιμο στο: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC201555/>, [Ημερ. προσπέλασης: 17-05-2018].
- Semerjian L.A., (2011), <<Quality assessment of various bottled waters marketed in Lebanon.>>, Environmental Monitoring and Assessment, 172 (1-4): 275–285, Διαθέσιμο στο: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20148363>, [Ημερ. προσπέλασης: 17-05-2018].

- Spiers, A.J., Buckling A., Rainey, P.B., (2000), <<The causes of *Pseudomonas* diversity>>, Microbiology Society, Διαθέσιμο στο: <https://mic.microbiologyresearch.org/content/journal/micro/10.1099/00221287-146-10-2345#tab2> , [Ημερ. προσπέλασης: 17-05-2018].
- Spring S., Kämpfer P., Schleifer K.H., (2001), <<*Limnobacter thiooxidans* gen. nov., sp. nov., a novel thiosulfate-oxidizing bacterium isolated from freshwater lake sediment.>>, International Journal Of Systematic And Evolutionary Microbiology, Διαθέσιμο στο: <http://ijs.microbiologyresearch.org/content/journal/ijsem/10.1099/00207713-51-4-1463> , [Ημερ. προσπέλασης: 18-07-2018].
- Tas N., Van Eekert M.H.A., De Vos W.M., Smidt H., (2010), <<The little bacteria that can – diversity, genomics and ecophysiology of ‘*Dehalococcoides*’ spp. in contaminated environments>>, Διαθέσιμο στο: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1751-7915.2009.00147.x> , [Ημερ. προσπέλασης: 23-07-2018].
- Tokuyama T., Yoshida N., Matsuishi T., Takahashi N., Takahashi R., Kanehira T., Shinohara M., (1997), <<A new psychrotrophic ammonia-oxidizing bacterium, *Nitrosovibrio* sp. TYM9.>>, Journal of Fermentation and Bioengineering, 83(4):377-380, Διαθέσιμο στο:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0922338X97801456>

, [Ημερ. προσπέλασης: 29-07-2018].

- Tripathi P.C., Gajbhiye S.R., Agrawal G.N., (2014), <<Clinical and antimicrobial profile of *Acinetobacter spp.*: An emerging nosocomial superbug>>, *Advanced Biomedical Research*, Διαθέσιμο στο: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3929011/> , [Ημερ. προσπέλασης: 29-07-2018].
- Valdes N., Soto P., Cottet L., Alarcon P., Gonzalez A., Castillo A., Corsini G., Tello M., (2015), <<Draft genome sequence of *Janthinobacterium lividum* strain MTR reveals its mechanism of carnophilic behavior.>>, *Standards in Genomic Sciences*, Διαθέσιμο στο: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4657372/>, [Ημερ. προσπέλασης: 17-05-2018].
- Vancanneyt M., Segers P., Abraham W.A., De Vos P., (2015), <<*Brevundimonas*>>, Διαθέσιμο στο: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781118960608.gbm00791> , [Ημερ. προσπέλασης: 23-07-2018].
- Volker S., Schreiber C., Kistemann T., (2010), <<Drinking water quality in household supply infrastructure- A survey of the current situation in Germany.>>, *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 213:204-209, Διαθέσιμο στο:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1438463910000465>, [Ημερ. προσπέλασης: 17-05-2018].

- Warburton D.W., Austin J.W., (1997), <<Bottled water>>, Microbiology of Food, Chapman and Hall, London.
- Willems A., Gillis M., (2015), <<Acidovorax>>, Διαθέσιμο στο: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781118960608.gb_m00943, [Ημερ. Προσπέλασης: 30-12-2018].
- Willems A., Gillis M., (2015), <<Hydrogenophaga*>>, Διαθέσιμο στο: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781118960608.gb_m00947, [Ημερ. προσπέλασης: 15-07-2018].
- Yabuuchi E., Kosako Y., (2015), <<Sphingomonas>>, Διαθέσιμο στο: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781118960608.gb_m00924?fbclid=IwAR2EHvvor8uwqfUaqOvfDkzxx_StWojG08lnCMHeSmQjT1pHR6b041GcAgc, [Ημερ. Προσπέλασης: 30-12-2018].
- Zhang K., Han W., Zhang R., Xu X., Pan Q., (2006), <<Phenylobacterium zucineum sp. nov., a facultative intracellular bacterium isolated from a human erythroleukemia cell line K562.>>, US National Library of Medicine National Institutes of Health, Διαθέσιμο στο: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16908113>, [Ημερ. προσπέλασης: 11-04-2018].

6.2 Ελληνική Βιβλιογραφία

- Castro P., Huber M.E., (2015), <<Θαλάσσια Βιολογία>>, Επιμέλεια: Βουλτσιάδου Ε., Εκδόσεις Utopia. Αθήνα.
- Miller G.T., (1999), <<Βιώνοντας στο Περιβάλλον Ι>>, Επιμέλεια Παυλόπουλος Κ., Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα.
- Αντωνόπουλος Β., (2010), <<Υδραυλική Περιβάλλοντος και Ποιότητα Επιφανειακών Υδάτων>>, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.
- Αρσένη Α., (1996), <<Κλινική Μικροβιολογία & Εργαστηριακή Διάγνωση Λοιμώξεων>>, Εκδόσεις Ζήτα Ιατρικές, Αθήνα.
- Μήτρακας Μ., (2001), <<Ποιοτικά χαρακτηριστικά και επεξεργασία νερού>>, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.
- Ρίτκος Π., (2013), <<ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΚΑΙ ΜΟΡΙΑΚΟΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ PSEUDOMONAS AERUGINOSA ΣΕ ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΑ ΚΑΙ ΠΟΣΙΜΑ ΝΕΡΑ>>, Μεταπτυχιακή διατριβή, Τμήμα Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Λάρισα.
- ΣΑΖΑΚΛΗ Ε., (2005), <<ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΨΕΥΔΟΜΟΝΑΔΩΝ ΠΟΥ ΑΠΟΜΟΝΩΝΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΥΔΑΤΙΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΜΕ ΒΙΟΧΗΜΙΚΕΣ, ΗΛΕΚΤΡΟΦΟΡΗΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΟΡΙΑΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ>>, Διδακτορική διατριβή, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΠΑΤΡΩΝ, ΠΑΤΡΑ.

- ΣΤΕΡΙΩΤΗ Α., (2016), <<ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΞΥΠΙΝΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΑΥΞΗΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΧΡΩΣΤΙΚΗΣ ΟΥΣΙΑΣ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ *Janthinobacterium spp.*>>, Προπτυχιακή διατριβή, ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ, ΑΘΗΝΑ
- Στουρνάρας Γ.Κ., (2015), <<Νερό Περιβαλλοτική Διάσταση & Διαδρομή>>, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.
- Τσότσου Ε., (2006), <<ΝΕΡΟ ΚΑΙ ΥΔΑΤΟΓΕΝΕΙΣ ΛΟΙΜΩΞΕΙΣ>>, Προπτυχιακή διατριβή, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης Τμήμα Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος Τομέας Περιβαλλοντικής Τεχνολογίας Εργαστήριο Ελέγχου Ποιότητας Υδατικών & Εδαφικών Πόρων, Χανιά.
- Χρυσικοπούλου Σ., (2010), <<Η σκληρότητα ως ποιοτικό χαρακτηριστικό του πόσιμου νερού και η επίδραση στην ανθρώπινη υγεία. Η περίπτωση της Κέρκυρας.>>, Προπτυχιακή διατριβή, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης Τμήμα Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος Τομέας Περιβαλλοντικής Τεχνολογίας Εργαστήριο Ελέγχου Ποιότητας Υδατικών & Εδαφικών Πόρων, Χανιά.
- Ψιλοβίκος Α., (2014), <<Οικουδραυλική>>, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.

7. ABSTRACT

<<Species composition of the bacterial community in a drinking water bottling facility>>.

In this study an effort was made to examine the microbial composition of 3 different environments of a bottled potable water production plant in Romania. What is more, these environments were the well (BST), the storage tank (ST) and the drainage tank (AST). The well consists of 9 species, the storage tank of 32 and the drainage tank of 10. The species which changed most in relation to their abundance were *Rhizobium spp.*, *Pseudomonas sp.*, *Massilia sp.* and *Pseudomonas spp.*. Furthermore, the species coexisting in all 3 environments were 7: *Rhizobium spp.*, *Pseudomonas sp.*, *Acinetobacter junii*, *Propionibacterium acnes*, *Hydrogenophaga spp.*, *Massilia sp.* and *Pseudomonas spp.*. The species which are potentially pathogenic to humans are *Pseudomonas sp.*, *Acinetobacter junii*, *Propionibacterium acnes* and *Pseudomonas spp.*. In conclusion, it is clear that more detailed studies are needed to alleviate the pathogenicity of bacteria that affect human health.