

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά διαδραματίζουν καίριο ρόλο στην διατροφή του ανθρώπου. Όμως, οι τροφιμογενείς ασθένειες μέσω της κατανάλωσης μολυσμένων φρέσκων προϊόντων φυτικής προέλευσης αποτελούν ένα ισχυρό εμπόδιο στη διασφάλιση της δημόσιας υγείας. Απαιτείται ανάγκη ολιστικής παρακολούθησης των αιτιολογικών τους παραμέτρων, των πηγών μόλυνσης τους και θέσπισης ενός ομοιόμορφου-στοχευμένου νομοθετικού πλαισίου της εφοδιαστικής αλυσίδας. Σκοπός αυτής της μελέτης είναι να χαρακτηρίσει και να συγκρίνει την μικροβιολογική ποιότητα τριών συστημάτων καλλιέργειας που εφαρμόζονται στην Κύπρο, της συμβατικής, της βιολογικής και της aquaponics. Η διασφάλιση της μικροβιολογικής ποιότητας των συμβατικής και βιολογικής καλλιέργειας προϊόντων διαθέσιμων στην αγορά καθώς και των aquaponics καλλιέργειας προϊόντων για την καταλληλότητα εισαγωγής τους σ' αυτήν είναι ιδιαίτερα σημαντική. Η σύγκριση πραγματοποιήθηκε ως προς το πλέον κοινό προϊόν, το μαρούλι και έναν παράγοντα πιθανής εισροής παθογόνων, το νερό άρδευσης. Τα δείγματα λήφθηκαν και αναλύθηκαν βάσει επικυρωμένων μικροβιολογικών προτύπων I.S.O.. Έχουν συλλεχθεί συνολικά 111 δείγματα μαρουλιών (36, 37 και 38 συμβατικής, βιολογικής και aquaponics καλλιέργειας, αντίστοιχα). Έχει αναλυθεί το εδώδιμο του μέρος για τον ποσοτικό προσδιορισμό της συνολικής αερόβιας μικροχλωρίδας, των ζυμών και μυκήτων, των εντεροβακτηριδίων, του *Escherichia coli* και της *Salmonella* spp. Η μέση ποσοτική καταμέτρηση της συνολικής αερόβιας μικροχλωρίδας είναι  $5.96 \pm 0.54 \log \text{ c.f.u./g}$ ,  $6.36 \pm 0.49 \log \text{ c.f.u./g}$  και  $4.61 \pm 1.20 \log \text{ c.f.u./g}$  για το συμβατικής, βιολογικής και aquaponics καλλιέργειας μαρουλιού. Η μέση ποσοτική καταμέτρηση των ζυμών-μυκήτων είναι  $4.29 \pm 0.36 \log \text{ c.f.u./g}$ ,  $4.48 \pm 0.57 \log \text{ c.f.u./g}$  και  $3.96 \pm 0.78 \log_{10} \text{ c.f.u./g}$  για το συμβατικής, βιολογικής και aquaponics καλλιέργειας μαρουλιού. Η μέση ποσοτική καταμέτρηση των εντεροβακτηριδίων είναι  $4.19 \pm 0.69 \log \text{ c.f.u./g}$ ,  $4.57 \pm 0.73 \log \text{ c.f.u./g}$  και  $2.37 \pm 1.76 \log \text{ c.f.u./g}$  για το συμβατικής, βιολογικής και aquaponics καλλιέργειας μαρούλι. Η μέση ποσοτική καταμέτρηση του *Escherichia coli* είναι  $0.70 \pm 1.26 \log \text{ c.f.u./g}$ ,  $0.52 \pm 1.11 \log \text{ c.f.u./g}$  και  $0,00 \pm 0.00 \log \text{ c.f.u./g}$  για το συμβατικής, βιολογικής και aquaponics καλλιέργειας μαρούλι. Τα αποτελέσματα του ποσοτικού προσδιορισμού για τον μικροοργανισμό *Salmonella* spp. ήταν κάτω από το όριο ανίχνευσης. Ακόμη, έχουν συλλεχθεί συνολικά 17 δείγματα νερού άρδευσης (7 και 10 δείγματα που έχει εφαρμοστεί σε

καλλιέργειες με υπόστρωμα εδάφους και σε υδροπονικά συστήματα aquaponics, αντίστοιχα). Έχουν αναλυθεί για τον ποσοτικό προσδιορισμό της συνολικής αερόβιας μικροχλωρίδας ζωικής και περιβαλλοντικής προέλευσης, των εντεροκόκκων και του *Escherichia coli*. Η μέση ποσοτική καταμέτρηση της συνολικής αερόβιας μικροχλωρίδας ζωικής προέλευσης είναι  $2,73 \pm 0,72 \log \text{ c.f.u./100ml}$  και  $2,89 \pm 2,03 \log \text{ c.f.u./100ml}$ , για το νερό άρδευσης βιολογικής και aquaponics καλλιέργειας μαρουλιού. Η μέση ποσοτική καταμέτρηση της συνολικής αερόβιας μικροχλωρίδας περιβαλλοντικής προέλευσης είναι  $3,99 \pm 0,88 \log \text{ c.f.u./100ml}$  και  $4,04 \pm 0,94 \log \text{ c.f.u./100ml}$  για το νερό άρδευσης που έχει εφαρμοστεί σε καλλιέργειες με υπόστρωμα εδάφους και σε υδροπονικά συστήματα aquaponics, αντίστοιχα. Η μέση ποσοτική καταμέτρηση του *Escherichia coli* είναι  $1,20 \pm 0,95 \log \text{ c.f.u./100ml}$  ενώ, στα αντίστοιχα δείγματα των υδροπονικών συστημάτων aquaponics είναι κάτω από το όριο ανίχνευσης. Η μέση τιμή των αποτελεσμάτων των εντεροκόκκων για το νερό άρδευσης που έχει εφαρμοστεί σε καλλιέργειες με υπόστρωμα εδάφους είναι  $2,28 \pm 1,27 \log \text{ c.f.u./100ml}$  ενώ στα αντίστοιχα δείγματα των υδροπονικών συστημάτων aquaponics είναι  $0,36 \pm 0,68 \log \text{ c.f.u./100ml}$ . Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας ανέδειξαν την συνεισφορά της μικροβιολογικής ποιότητας του νερού στην μικροβιολογική ποιότητα του φρέσκου μαρουλιού. Τέλος, αξιοσημείωτο αποτελεί το γεγονός της μη ύπαρξης ουσιαστικής μικροβιολογικής διαφοράς σε συμβατικής και βιολογικής καλλιέργειας μαρούλι, της καταλληλότητας των aquaponics καλλιέργειας μαρουλιών για την κυπριακή αγορά αλλά και της ανώτερης μικροβιολογικής τους ποιότητας.

**Λέξεις κλειδιά:** φρέσκο, μαρούλι, νερό άρδευσης, μικροβιολογικά, ποιότητα, ασφάλεια, συμβατικά, βιολογικά, aquaponics.

## ABSTRACT

Fresh fruits and vegetables have a crucial role in human nutrition. However, food-borne diseases by eating contaminated fresh products of plant origin are a powerful barrier to ensure public health. A holistic monitoring approach of their causative parameters, their sources of contamination and introduction of a uniform-targeted legislative framework on supply chain is required. The purpose of this study is to characterize and compare the microbiological quality of three cultivation systems operating in Cyprus, conventional, organic and aquaponics. It is very important to ensure the microbiological safety of conventional and organic products available in the market and to assess the microbiological quality of aquaponics products. A comparison was made based on lettuce and irrigation water. All samples were obtained and analysed by validated I.S.O. microbiological methods. Overall, they have been collected 111 lettuce samples (36, 37 και 38 conventional, organic and aquaponics, respectively). Their edible part has analysed for the quantitative determination of Total Aerobic Count, Yeasts and Moulds, *Enterobacteriaceae*, *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. The mean counts of Total Aerobic Count are  $5.96 \pm 0.54 \log$  c.f.u./g,  $6.36 \pm 0.49 \log$  c.f.u./g and  $4.61 \pm 1.20 \log$  c.f.u./g for conventional, organic and aquaponics cultivated lettuce, respectively. The mean counts of Yeasts and Moulds are  $4.29 \pm 0.36 \log$  c.f.u./g and  $4.48 \pm 0.57 \log$  c.f.u./g and  $3.96 \pm 0.78 \log$  c.f.u./g for conventional, organic and aquaponics cultivated lettuce, respectively. The mean counts of *Enterobacteriaceae* are  $4.19 \pm 0.69 \log$  c.f.u./g,  $4.57 \pm 0.73 \log$  c.f.u./g and  $2.37 \pm 1.76 \log$  c.f.u./g for conventional, organic and aquaponics cultivated lettuce, respectively. The mean counts of *Escherichia coli* are  $0.70 \pm 1.26 \log$  c.f.u./g and  $0.52 \pm 1.11 \log$  c.f.u./g for conventional, organic cultivated lettuce, respectively. The mean count of *Escherichia coli* of aquaponics produced lettuce is under the detection limit. The results of quantitative determination for *Salmonella* spp. is under the detection limit. Moreover, they have been collected 17 irrigation water samples (7 and 10 samples of irrigation water used for soil substrate and as water substrate of aquaponics systems). They have been analysed for quantitative determination of Heterotrophic Bacteria Count of mammalian and environmental origin, *Enterococcus* spp. and *Escherichia coli*. The mean counts of Heterotrophic Bacteria Count of mammalian origin are  $2,73 \pm 0,72 \log$  c.f.u./100ml and  $2,89 \pm 2,03 \log$  c.f.u./100ml of irrigation water used for soil substrate and as water

substrate of aquaponics agriculture, respectively. The mean counts of Heterotrophic Bacteria Count of environmental origin are  $3,99 \pm 0,88 \log \text{ c.f.u./100ml}$  and  $4,04 \pm 0,94 \log \text{ c.f.u./100ml}$  of irrigation water used for soil substrate and as water substrate of aquaponics agriculture, respectively. The mean counts of *Escherichia coli* of irrigation water for soil substrate are  $1,20 \pm 0,95 \log \text{ c.f.u./100ml}$ . The mean counts of *Escherichia coli* of irrigation as water substrate of aquaponics are under the detection limit. The mean counts of *Enterococcus* spp. are  $2.28 \pm 1.27 \log \text{ c.f.u./100ml}$  and  $0,36 \pm 0,68 \log \text{ c.f.u./100ml}$  of irrigation water used for soil substrate and as water substrate of aquaponics agriculture. The results of this study highlighted the contribution of both microbiological quality of water on microbiological quality of fresh lettuce. Finally, noteworthy is the fact of the absence of microbiological substantial difference in conventional and organic lettuces, the qualification of aquaponics lettuces as retail products and their superior microbiological quality.

**Keywords:** fresh, lettuce, irrigation water, microbiological, quality, safety, conventional, organic, aquaponics, lettuce.