

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΑΜΕΣΗΣ ΚΑΙ ΕΜΜΕΣΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΨΥΧΡΟΥ ΠΛΑΣΜΑΤΟΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΓΙΑ ΕΞΥΓΙΑΝΣΗ ΦΡΕΣΚΟΚΟΜΜΕΝΗΣ ΣΑΛΑΤΑΣ ΡΟΚΑΣ

Μ. Γιαννόγλου^{1,3}, Π. Δημητρακέλλης², Ξανθού Ζαχαρούλα-Μαρία³, Στεργίου Παναγιώτα⁴, Ν. Στοφόρος⁴, Π. Ταούκης³, Ε. Γογγολίδης², Γ. Κατσαρός^{1*}

¹Ινστιτούτο Τεχνολογίας Αγροτικών Προϊόντων, Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός-ΔΗΜΗΤΡΑ, Αθήνα, Ελλάδα (*gkatsaros@itap.com.gr)

² Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας, Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών «Δημόκριτος», Αθήνα, Ελλάδα

³ Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων, Σχολή Χημικών Μηχανικών, ΕΜΠ, Αθήνα, Ελλάδα

⁴ Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής Ανθρώπου, ΓΠΑ, Αθήνα, Ελλάδα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το μικροβιακό φορτίο σε έτοιμες προς κατανάλωση φρεσκοκομμένες σαλάτες είναι συνήθως υψηλό λόγω των πρακτικών συγκομιδής και χειρισμού καθώς και των ευνοϊκών για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών τιμών pH και ενεργότητας νερού των σαλατών, με αποτέλεσμα να αποτελεί σημαντικό ζήτημα για τη βιομηχανία. Οι πρακτικές καθαρισμού και απολύμανσης που χρησιμοποιούνται, όπως η χρήση χλωρίου, υπεροξειδίου, υπεροξικού οξέος και όζοντος, συμβάλλουν στην πολύ μικρή μείωση του αρχικού μικροβιακού πληθυσμού, με σημαντικά θέματα όμως, όπως η υπολειμματική τους δράση και περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Για το λόγο αυτό, απαιτείται η διερεύνηση εναλλακτικών μεθόδων απολύμανσης περισσότερο αποτελεσματικών και φιλικών προς το περιβάλλον. Το Ψυχρό Πλάσμα Ατμοσφαιρικής Πίεσης ορίζεται ως ένα μερικώς ιονισμένο αέριο και αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη μη θερμική αντιμικροβιακή τεχνολογία με μεγάλες δυνατότητες εφαρμογής στη βιομηχανία τροφίμων, ειδικά για ευαίσθητα στη θερμότητα προϊόντα.

Αντικείμενο της έρευνας ήταν η συγκριτική μελέτη της άμεσης εφαρμογής Ψυχρού Πλάσματος Ατμοσφαιρικής Πίεσης σε φρεσκοκομμένη σαλάτα ρόκας και της έμμεσης εφαρμογής του μέσω παραγωγής και χρήσης «ενεργοποιημένου» με Ψυχρό Πλάσμα νερού ως μέσο έκπλυσης ίδιας σαλάτας.

Για την άμεση εφαρμογή Ψυχρού Πλάσματος (πλάσμα αέρα) χρησιμοποιήθηκε διάταξη Επιφανειακής Εκκένωσης Διηλεκτρικού Φράγματος (Surface Dielectric Barrier Discharge-SDBD) με χρήση εναλλασσόμενης τάσης 2-3 kV σε συχνότητα 32 kHz και για χρόνους επεξεργασίας 5-20 min απευθείας σε φύλλα ρόκας. Η επίδραση του πλάσματος στο μικροβιακό πληθυσμό στηρίζεται στον σχηματισμό αζωτούχων και οξυγονούχων δραστικών ριζών οι οποίες είναι τοξικές για τους μικροοργανισμούς. Για την έμμεση εφαρμογή, τα φύλλα ρόκας εμβάπτιστηκαν για 1 - 15 min σε στείρο απεσταγμένο νερό «ενεργοποιημένο» με χρήση πλάσματος ατμοσφαιρικής πίεσης τύπου Τζετ (Atmospheric pressure plasma jet-APPJ). Για την «ενεργοποίησή» του έγινε χρήση αερίου He ροής 1 mL/min για χρόνο επεξεργασίας 15 min με εφαρμοζόμενη τάση 3-4 kV και συχνότητα 85 kHz. Εμβάπτιση πραγματοποιήθηκε για τους ίδιους χρόνους και σε ανεπεξέργαστο νερό. Όλα τα επεξεργασμένα και ανεπεξέργαστα δείγματα αναλύθηκαν ως προς το μικροβιακό τους φορτίο, την τιμή pH, την υφή, το χρώμα και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Ως προς την άμεση εφαρμογή του Ψυχρού Πλάσματος, παρατηρήθηκε μείωση του ολικού μικροβιακού φορτίου κατά 1.0 log(CFU/g) για χρόνο επεξεργασίας 10 min και τάση 2 kV, χωρίς να υποβαθμίζονται τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Εντονότερες συνθήκες επεξεργασίας ($t > 10$ min και συχνότητα 3 kV) οδήγησαν σε υψηλότερη μείωση μικροβιακού φορτίου αλλά και σε σημαντική υποβάθμιση του χρώματος και της υφής της ρόκας. Η εμβάπτιση της ρόκας σε ανεπεξέργαστο στείρο νερό οδήγησε σε μη σημαντική μείωση του μικροβιακού φορτίου ~ 0.2 logCFU/g. Σε αντίθεση, η χρήση «ενεργοποιημένου» με ψυχρό πλάσμα νερού είχε ως αποτέλεσμα την μείωση του φορτίου έως και 1.5 logCFU/g, για χρόνο εμβάπτισης 15 min, χωρίς να παρατηρείται υποβάθμιση ποιότητας των φρεσκοκομμένων φύλλων ρόκας.

Συμπερασματικά, το Ψυχρό Ατμοσφαιρικό Πλάσμα, εφαρμοζόμενο άμεσα ή έμμεσα, μπορεί να αντικαταστήσει τα συμβατικά μέσα απολύμανσης στην παραγωγική διαδικασία έτοιμων σαλατών, για παραγωγή προϊόντων υψηλής ποιότητας και διατηρησιμότητας.