

# Εφαρμογή συστήματος διαχείρισης της ψυκτικής αλυσίδας με έξυπνους δείκτες ΤΠΙ σε Φιλέτα Κοτόπουλου επεξεργασμένα με Ώσμωση και Υπερυψηλή Πίεση

**Ε. Πλατάκου, Β. Ανδρέου, Θ. Τσιρώνη, Ε. Δερμεσονλούογλου, Γ.Κατσαρός, Π.Ταούκης**  
Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων, Σχολή Χημικών Μηχανικών,  
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

*Λέξεις κλειδιά: κοτόπουλο, ωσμωτική προκατεργασία, Υπερυψηλή πίεση, χρόνος ζωής*

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα συσκευασμένα φρέσκα φιλέτα κοτόπουλου αποτελούν ένα εξαιρετικά ευαλλοίωτο προϊόν με μικρό χρόνο ζωής, ο οποίος εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από τις συνθήκες της ψυκτικής αλυσίδας. Συνεπώς, κρίνεται αναγκαία η επέμβαση τόσο στην παραγωγική τους διαδικασία με εφαρμογή τεχνολογιών που μπορούν να αυξήσουν το χρόνο ζωής και να μειώσουν την ευαισθησία σε θερμοκρασιακές διακυμάνσεις, αλλά και στην ψυκτική αλυσίδα με εφαρμογή κατάλληλων συστημάτων διαχείρισης των συγκεκριμένων προϊόντων. Η τεχνολογία της Υπερυψηλής Πίεσης (ΥΠ) θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε συνδυασμό με την ωσμωτική προκατεργασία (ΩΑ) κατά την παραγωγική τους διαδικασία, ώστε να παραχθεί προϊόν που να είναι ψυχρά παστεριωμένο με ταυτόχρονη διατήρηση των ποιοτικών και οργανοληπτικών του χαρακτηριστικών. Επιπλέον, η εφαρμογή ενός συστήματος αξιολόγησης και διαχείρισης της ψυκτικής αλυσίδας με χρήση έξυπνων δεικτών (smart packaging labels) Χρονο-θερμοκρασιακών ολοκληρωτών (ΤΠΙ), οι οποίοι δυνητικά μπορούν να συσχετίσουν το χρονοθερμοκρασιακό ιστορικό του προϊόντος με μια εύκολα και γρήγορα μετρήσιμη μεταβολή χρώματος εξαρτώμενη από τη θερμοκρασία, θα συνείσφερε στην αντιμετώπιση των προβλημάτων της διακίνησης και αποθήκευσης.

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας ήταν η επαλήθευση σε εργαστηριακή κλίμακα της εφαρμοσιμότητας επιλεγμένων ενζυμικών και φωτοχημικών ΤΠΙ για την καταγραφή και εκτίμηση της ποιότητας φιλέτων κοτόπουλου επεξεργασμένων συνδυαστικά με ΩΑ και ΥΠ.

Ολόκληρα φιλέτα κοτόπουλου (βάρους από 200-250 γραμμάρια ανά φιλέτο) (Μάρτυρας) επεξεργάστηκαν με ΩΑ χρησιμοποιώντας διάλυμα μαλτοδεξτρίνης υψηλού DE με NaCl με συγκέντρωση 60:5g μαλτοδεξτρίνης:NaCl/100g διαλύματος. Τα δείγματα (ΩΑ-δείγμα) επεξεργάστηκαν σε κατάλληλες συνθήκες (45min στους 15°C) που προέκυψαν από προηγούμενη μελέτη. Αμέσως μετά την ΩΑ, ένα μέρος αυτών μαζί με δείγματα μάρτυρες συσκευάστηκαν σε πολυστρωματικές συσκευασίες (PET-αλουμινίου) και επεξεργάστηκαν με

ΥΠ σε επιλεγμένες συνθήκες (600MPa-25°C-5min) που προέκυψαν μετά από προκαταρκτικά πειράματα (ΥΠ-δείγμα και ΥΠ-ΩΑ-δείγμα). Όλα τα δείγματα αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασίες από 0 έως 15°C και ανά τακτά χρονικά διαστήματα προσδιορίστηκαν δείκτες που αντιπροσωπεύουν τους κυρίαρχους αλλοιογόνους παράγοντες, όπως μικροβιολογική ανάπτυξη, οργανοληπτική αξιολόγηση, υφή και χρώμα. Κατάλληλοι φωτοχημικοί (B1 OnVuTM, Bizerba, Germany) και ενζυμικοί δείκτες (M Check Point®, VITSAB, Sweden) επιλέχθηκαν βάσει προηγούμενων πειραμάτων της κινητικής της απόκρισής τους και χρήσης κατάλληλων μαθηματικών εξισώσεων ώστε η απόκρισή τους να συσχετίζεται με το χρόνο ζωής των φιλέτων κοτόπουλου σε κάθε θερμοκρασία. Η εκτίμηση της ποιότητας και της εναπομένουσας διάρκειας ζωής με βάση τα ΤΠ συσχετίστηκε με τα δεδομένα που ελήφθησαν από τις πειραματικές μετρήσεις.

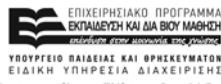
Η επεξεργασία με ΥΠ επηρέασε την υφή των ΥΠ-δειγμάτων (αύξηση της σκληρότητας κατά 20%) και το χρώμα (αύξηση του άσπρου χρώματος-όψη μαγειρεμένου προϊόντος). Ο συνδυασμός ΩΑ και ΥΠ οδήγησε σε καλύτερη διατήρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των δειγμάτων Μάρτυρες, χωρίς σημαντικές μεταβολές σε υφή και χρώμα. Επιπλέον, παρατηρήθηκε κατά την οργανοληπτική τους αξιολόγηση αύξηση της ικανότητας συγκράτησης νερού (πιο χυμώδη τα ΩΑ-ΥΠ-δείγματα). Η αλλοίωση σε όλα τα συσκευασμένα υπό κενό δείγματα (ΩΑ-δείγμα, ΥΠ-δείγμα, ΩΑ-ΥΠ-δείγμα και δείγμα Μάρτυρας) καθορίστηκε από την ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων. Βάσει της οργανοληπτικής αξιολόγησης και θέτοντας ως όριο το φορτίο  $10^8$  cfu/g για την ολική μεσόφιλη χλωρίδα υπολογίστηκε ο χρόνος ζωής των δειγμάτων. Πιο συγκεκριμένα, οι χρόνοι ζωής για θερμοκρασία αποθήκευσης 5°C, εκτιμήθηκαν ως 6, 9, 17 και 33 ημέρες για Μάρτυρες, ΩΑ-, ΥΠ- και ΩΑ-ΥΠ-δείγματα, αντίστοιχα και οι τιμές ήταν πολύ κοντά στις αντίστοιχες που προέκυψαν από την εκτίμηση του χρόνου ζωής βάσει της απόκρισης των ΤΠ.

Τα ληφθέντα αποτελέσματα αναδεικνύουν τα δυνητικά οφέλη της συνδυαστικής εφαρμογής ΩΑ και ΥΠ για την επιμήκυνση του χρόνου ζωής φιλέτων κοτόπουλου και την αύξηση της εμπορικής τους αξίας, αλλά και την εκτίμηση της ποιότητας και εναπομένουσας διάρκειας ζωής τους στις συνθήκες της ψυκτικής αλυσίδας.

#### Ευχαριστίες



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ  
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

Η παρούσα έρευνα έχει συγχρηματοδοτηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο – ΕΚΤ) και από εθνικούς πόρους μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» του Εθνικού Στρατηγικού Πλαισίου Αναφοράς (ΕΣΠΑ) – Ερευνητικό Χρηματοδοτούμενο Έργο: **ΘΑΛΗΣ**. Επένδυση στην κοινωνία της γνώσης μέσω του Ευρωπαϊκού Κοινωνικού Ταμείου.