

## ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΞΥΠΝΗΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΙΧΘΥΗΡΩΝ ΚΑΙ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΨΥΚΤΙΚΗΣ ΤΟΥΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ

Ι. Σεμένογλου<sup>1</sup>, Μ. Κατσούλη<sup>1</sup>, Ε. Γώγου<sup>1,2</sup>, Π. Ταούκης<sup>1, \*</sup>

<sup>1</sup>National Technical University of Athens, School of Chemical Engineering, Laboratory of Food Chemistry and Technology

<sup>2</sup>Department of Food Science and Nutrition, School of Agricultural Sciences, University of Thessaly

\* [taoukis@chemeng.ntua.gr](mailto:taoukis@chemeng.ntua.gr)

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα ψυγμένα ιχθυηρά είναι ευαλλοίωτα τρόφιμα λόγω ανάπτυξης μικροοργανισμών και διάφορων φυσικοχημικών μεταβολών που λαμβάνουν χώρα κατά την αποθήκευση. Η συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (Modified Atmosphere Packaging-MAP) αποτελεί μια τεχνολογία κατάλληλη να οδηγήσει σε επέκταση της διάρκειας ζωής ευαλλοίωτων τροφίμων. Η MAP σε συνδυασμό με υλικά εκπομπής CO<sub>2</sub> (MAP-PAD), τα οποία ερχόμενα σε επαφή με το συσκευασμένο τρόφιμο εμπλουτίζουν σταδιακά την τροποποιημένη ατμόσφαιρα της συσκευασίας με CO<sub>2</sub>, αυξάνουν τη διατηρησιμότητα και επιλύουν προβλήματα της απλής MAP συσκευασίας.<sup>[1]</sup> Επιπρόσθετα, οι χρονοθερμοκρασιακοί ολοκληρωτές (Time Temperature Integrators-TTIs) αποτελούν απλά και φθηνά συστήματα, τα οποία μπορούν να συσχετισθούν με εξαρτώμενες από τη θερμοκρασία αντιδράσεις υποβάθμισης της ποιότητας των τροφίμων καθώς δίνουν πληροφορίες για το χρονοθερμοκρασιακό ιστορικό του τροφίμου το οποίο συνοδεύουν στα διαφορετικά στάδια της ψυκτικής αλυσίδας.<sup>[2]</sup>

Στην παρούσα εργασία απεντερωμένο λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*) συσκευάστηκε αερόβια και σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (50% CO<sub>2</sub>-40% N<sub>2</sub>-10% O<sub>2</sub>) με (MAP-PAD) ή χωρίς το συνδυασμό υλικών εκπομπής CO<sub>2</sub> (MAP) και αποθηκεύθηκε σε ισοθερμοκρασιακές συνθήκες (0-10°C). Ως δείκτες ποιοτικής υποβάθμισης χρησιμοποιήθηκαν η μικροβιακή ανάπτυξη, η αέρια σύσταση και η οξείδωση των λιπαρών. Παράλληλα, μελετήθηκαν κινητικά, στο ίδιο θερμοκρασιακό εύρος, ενζυμικοί TTIs (VITSAB, Sweden) με την αρχή λειτουργίας τους να βασίζεται στη μεταβολή χρώματος (λόγω μεταβολής του pH) κατά την ενζυμική υδρόλυση λιπαρού υποστρώματος. Η θερμοκρασιακή εξάρτηση του ρυθμού υποβάθμισης των ποιοτικών δεικτών των ιχθυηρών και της απόκρισης (μεταβολή χρώματος) των TTIs εκφράστηκε με την εξίσωση Arrhenius. Τα αποτελέσματα ιχθυηρών και TTIs συσχετίστηκαν προκειμένου να επιλεγεί ο κατάλληλος TTI για την παρακολούθηση της ποιοτικής υποβάθμισης λαβρακιού και επαληθεύθηκαν σε μεταβλλόμενες θερμοκρασιακές συνθήκες αποθήκευσης που προσομοιάζουν τα διάφορα στάδια της ψυκτικής αλυσίδας.

Οι εκπομποί CO<sub>2</sub> επέκτειναν τη διατηρησιμότητα σε MAP συσκευασμένο λαβράκι έως και 40% (3-6 μέρες). Μεταξύ των TTI που μελετήθηκαν, αυτοί με υπόστρωμα μυριστικό μεθυλεστέρα και λιπάση από τον *Rhizopus oryzae* σε ενεργότητες 25U και 20U ήταν οι πιο κατάλληλοι για τα MAP και MAP-PAD δείγματα λαβρακιού, αντίστοιχα.

Συμπερασματικά, η παρούσα μελέτη κατέδειξε τα πλεονεκτήματα της εφαρμογής της ενεργής συσκευασίας στην επέκταση του χρόνου ζωής ψυγμένων ιχθυηρών, και της έξυπνης συσκευασίας που επιτρέπει την παρακολούθηση της ποιότητάς τους στη ψυκτική αλυσίδα ώστε να λειτουργεί επικουρικά της αναγραφόμενης ημερομηνίας ανάλωσης.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Τροποποιημένη ατμόσφαιρα, Εκπομποί CO<sub>2</sub>, Χρονοθερμοκρασιακοί ολοκληρωτές, Ιχθυηρά

**ACKNOWLEDGEMENT**

Η παρούσα έρευνα χρηματοδοτήθηκε από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Αλιείας και Θάλασσας 2014-2020, Άξονας Προτεραιότητας «Καινοτομία στην Υδατοκαλλιέργεια», Τίτλος έργου: «Εφαρμογή έξυπνης και έξυπνης συσκευασίας για ψάρια και ανάπτυξη ενός νέο εργαλείο διαχείρισης και διασφάλισης ποιότητας για βελτιωμένη ποιότητα και παρατεταμένη διάρκεια ζωής» (2019-2022)

**ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

- [1] Tsironi, T. et al. (2019). *Appl. Sci. Mech.* 9: 5019.
- [2] Tsironi, T. et al. (2011). *LWT - Food Sci. Technol.* 44(4), 1156-1163.