



Εφαρμογή της έξυπνης συσκευασίας σε ευαλλοίωτα τρόφιμα

Δρ Μάριος Ματαράγκας, Εντεταλμένος Ερευνητής
Ινστιτούτο Τεχνολογίας Αγροτικών Προϊόντων
Τμήμα Γάλακτος Ιωαννίνων

Μία από τις βασικές λειτουργίες της συσκευασίας τροφίμων, εκτός της προστασίας του προϊόντος από περιβαλλοντικούς παράγοντες, είναι η επικοινωνία με τον καταναλωτή. Η συσκευασία μπορεί να πληροφορήσει τον καταναλωτή σχετικά με την παρουσία αλλεργιογόνων συστατικών, τη θρεπτική σύσταση του προϊόντος, τη διάρκεια του εμπορικού χρόνου ζωής (shelf life) του τροφίμου ή να παρέχει πληροφορίες σχετικά με την προβλεπόμενη χρήση αυτού, όπως είναι για παράδειγμα οι οδηγίες προετοιμασίας ενός προ-μαγειρεμένου φαγητού. Η έξυπνη συσκευασία (ΕΣ) (intelligent packaging) αποτελεί ένα είδος επικοινωνίας με τον καταναλωτή, η οποία παρακολουθεί τις συνθήκες διανομής και αποθήκευσης του προϊόντος καθόλη τη διάρκεια του εμπορικού χρόνου ζωής και τον ενημερώνει σχετικά με την ποιοτική υποβάθμιση και το τέλος του χρόνου ζωής του τροφίμου. Για τη γνωστοποίηση του επιπέδου ποιότητας προς τους χρήστες η ΕΣ χρησιμοποιεί αισθητήρες (sensors) ή δείκτες (indicators).

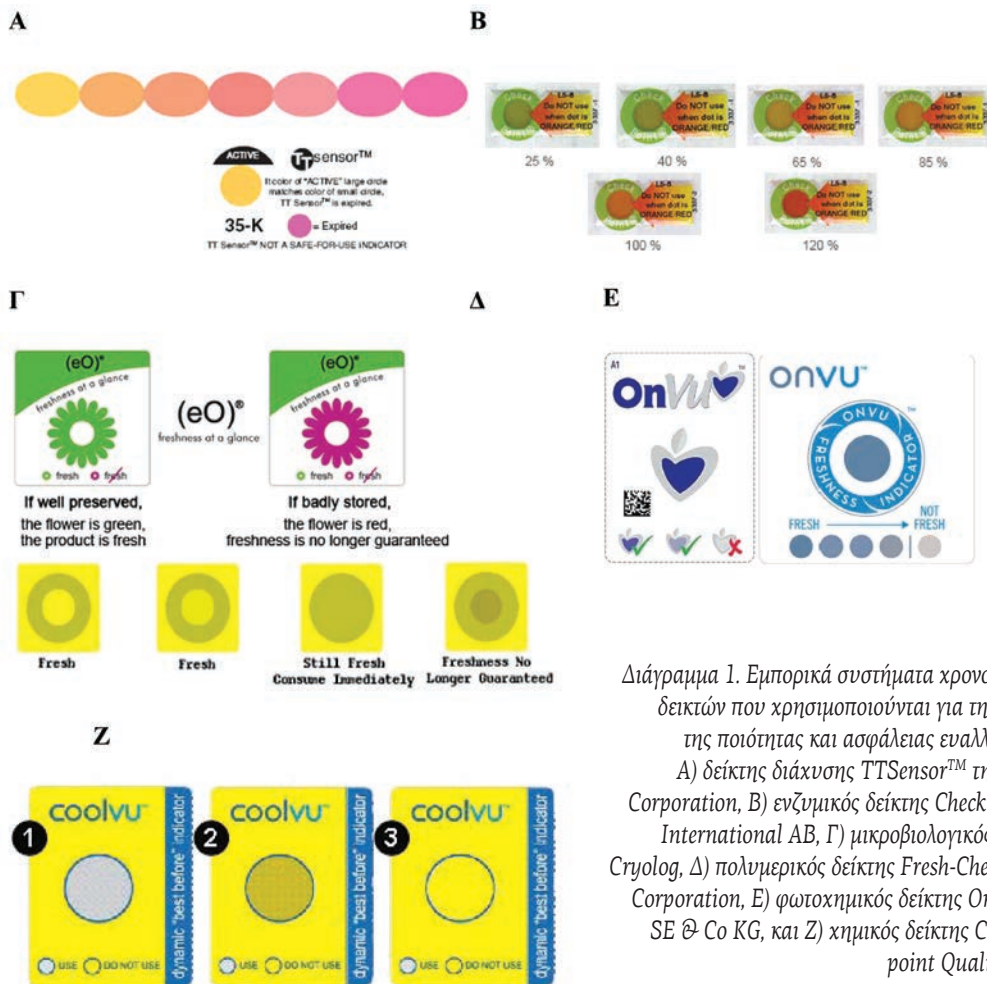
Υπάρχουν τρεις τύποι αισθητήρων και δεικτών που χρησιμοποιούνται στην ΕΣ:

1. Ο πρώτος τύπος παρακολουθεί τις περιβαλλοντικές συνθήκες (environmental conditions) κατά τη συντήρηση των προϊόντων, οι οποίες επηρεάζουν την κινητική των μεταβολών που υφίστανται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του τροφίμου, π.χ. χρόνο-θερμοκρασιακοί δείκτες ή ολοκληρωτές (time-temperature indicators or integrators), δείκτες φρεσκότητας, δείκτες διαρροής αερίων από τη συσκευασία και αισθητήρες σχετικής υγρασίας. Ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επιθυμούμε να ελέγξουμε, οι δείκτες προσαρμόζονται εσωτερικά ή εξωτερικά της συσκευασίας.

Οι δείκτες παρέχουν άμεσα πληροφορίες για την ποιότητα του προϊόντος (φρέσκο, αποδεκτό ή αλλοιωμένο) μέσω μιας ορατής μεταβολής (Διάγραμμα 1).

2. Ο δεύτερος τύπος των συστημάτων που χρησιμοποιούνται στην ΕΣ εποπτεύουν την παραγωγή ή όχι ουσιών-δεικτών που σχετίζονται με την ποιότητα του προϊόντος, των οποίων η συγκέντρωση μεταβάλλεται με τις αλλαγές στην ποιότητα (υποβάθμιση) του τροφίμου. Οι συσκευές αυτές (αισθητήρες) συνήθως τοποθετούνται στο εσωτερικό της συσκευασίας. Υπάρχουν δύο σημαντικές κατηγορίες αισθητήρων: οι βιο-αισθητήρες (αποτελούνται από βιολογικούς παράγοντες, όπως είναι τα ένζυμα, αντισώματα ή αντιγόνα) και οι αισθητήρες αερίων (ανιχνεύουν ουσίες που βρίσκονται σε αέρια κατάσταση).
3. Ο τρίτος τύπος δε σχετίζεται άμεσα με την παροχή πληροφοριών ως προς την ποιοτική κατάσταση του τροφίμου αλλά χρησιμοποιείται για την ικνηλασιμότητα των προϊόντων και την αποτροπή κλοπών, απομιμήσεων και άλλων παραβιάσεων. Οι πιο δημοφιλείς συσκευές αυτού του τύπου είναι οι ετικέτες γραμμωτού κώδικα (barcode labels) και αναγνώρισης ραδιοσυχνοτήτων (radiofrequency identification tags – RFID).

Κατά τη συντήρηση ή αποθήκευση των τροφίμων συμβαίνουν διάφορες μεταβολές στα χαρακτηριστικά ποιότητας, ως αποτέλεσμα της θερμοκρασιακής κακομεταχείρισης που υφίστανται στα διάφορα στάδια της ψυκτικής αλυσίδας. Οι καταναλωτές ή οι έμποροι λιανικής πώλησης δε δύνανται να εκτιμήσουν την ποιότητα ενός προϊόντος, δεδομένου ότι τα τρόφιμα βρίσκονται εντός της συσκευασίας. Επομένως, η ΕΣ μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους καταναλωτές και λιανοπωλητές ως ένα εργαλείο παροχής πληροφοριών για την εκτίμηση της ποιοτικής κατάστασης των προϊόντων και μπορεί να βοηθήσει στη διασφάλιση ενός καλού επιπέδου ποιότητας μέχρι την κατανάλωσή τους. Αν και



Διάγραμμα 1. Εμπορικά συστήματα χρονο-θερμοκρασιακών δεικτών που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της ποιότητας και ασφάλειας εναλλοίωτων τροφίμων: Α) δείκτης διάχυσης TTSensor™ της Avery Dennison Corporation, Β) ενζυμικός δείκτης Check point® της Vitsab International AB, Γ) μικροβιολογικός δείκτης (eO)® της Cryolog, Δ) πολυμερικός δείκτης Fresh-Check® της TempTime Corporation, Ε) φωτοχημικός δείκτης OnVu™ της Bizerba SE & Co KG, και Ζ) χημικός δείκτης CoolVu™ της Fresh point Quality Assurance Ltd.

η χρήση των συστημάτων αυτών, ειδικά του πρώτου και δεύτερου τύπου, δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη λόγω αύξησης του κόστους πώλησης των προϊόντων και χαμηλής αποδοχής που έχουν τύχει από τις εταιρίες τροφίμων και τους καταναλωτές, τα υψηλού κόστους ευαλλοίωτα τρόφιμα που συντηρούνται υπό ψύξη μπορούν να επωφεληθούν στον μέγιστο βαθμό από αυτήν την τεχνολογία, μειώνοντας την απώλεια τροφίμων λόγω απόρριψης. Σε μια μελέτη βρέθηκε, ότι η κλασική μεθοδολογία First-In First-Out (FIFO) είναι αναποτελεσματική όσον αφορά τα ευαλλοίωτα τρόφιμα.

Συνεπώς, οι πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση της ποιότητας των τροφίμων που παρέχονται από την ΕΣ μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στη βελτιστοποίηση της διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού των τροφίμων. Η κυριότερη ομάδα-στόχος για την εφαρμογή της ΕΣ είναι τα υψηλού κόστους ευαλλοίωτα τρόφιμα που συντηρούνται υπό ψύξη, γιατί τα εγγενή χαρακτηριστικά ποιότητας αυτών μεταβάλλονται με γοργούς ρυθμούς κατά τη συντήρηση και αποθήκευση, επιφέροντας σημαντικές οικονομικές απώλειες. Η ΕΣ θα πρέπει να είναι προσαρμοσμένη για κάθε τύπο προϊόντος που ενδιαφέρει η εφαρμογή της, δεδομένου, ότι η υποβάθμιση της ποιότητας δεν πραγματοποιείται με τον ίδιο μηχανισμό σε όλα τα τρόφιμα. Επίσης, εάν η ΕΣ συνδυαστεί με διάφορες μορφές ενεργής συσκευασίας (active

packaging) είναι δυνατή η περαιτέρω βελτίωση και διατήρηση ενός υψηλού επιπέδου ποιότητας των ευαλλοίωτων προϊόντων. Για παράδειγμα, τα συστήματα ΕΣ μπορούν να παρακολουθούν τις περιβαλλοντικές συνθήκες ή την ποιοτική κατάσταση ενός τροφίμου και ανάλογα να λαμβάνονται αποφάσεις για την εφαρμογή διορθωτικών ενεργειών μέσω της ενεργής συσκευασίας.

Παρόλα αυτά όμως απαιτούνται περαιτέρω έρευνες για την ανάπτυξη δεικτών και αισθητήρων χαμηλού κόστους, για να διευκολυνθεί η μαζική εφαρμογή τους στα τρόφιμα. Επίσης, θα πρέπει να αναπτυχθούν περισσότερα μαθηματικά μοντέλα ειδικά για τα τρόφιμα, ώστε να είναι δυνατή η προσαρμογή της ΕΣ σε κάθε τύπο προϊόντος, ανάλογα με τον μηχανισμό αλλοίωσης που αυτό ακολουθεί. Με την αντιμετώπιση και επίλυση των παραπάνω δυσκολιών, οι δυνατότητες για εμπορική εφαρμογή των έξυπνων συσκευασιών θα είναι τεράστιες, με απώτερο στόχο τη βελτίωση της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας και της ποιότητας των προϊόντων, η οποία βελτίωση θα έχει άμεσο αντίκτυπο τόσο στη βιομηχανία τροφίμων όσο και στους ίδιους τους καταναλωτές.

Πληροφορίες: Τμήμα Γάλακτος Ιωαννίνων, Ινστιτούτο Τεχνολογίας Αγροτικών Προϊόντων, Εθνικής Αντιστάσεως 3, Κατσικάς, 452 21 Ιωάννινα, τηλ.: 26510 94780, e-mail: mmatster@gmail.com