

Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΕΜΠΟΔΙΩΝ (HURDLE TECHNOLOGY)

Η ανάπτυξη των μικροβίων εξαρτάται από εξωγενείς (extrinsic) και ενδογενείς (intrinsic) παράγοντες, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η σύνθεση της ατμόσφαιρας, τα συστατικά, η δραστηριότητα του νερού, το pH, η παρουσία συντηρητικών (π.χ. αλατιού), η οξειδοαναγωγική ικανότητα (δείκτης ORP), η παρουσία ανταγωνιστικών μικροβίων και ο χρόνος. Με το μεμονωμένο έλεγχο κάθε παράγοντα, μπορούμε να μειώσουμε την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Εφαρμόζοντας και ελέγχοντας ένα συνδυασμό παραγόντων, μπορούμε να μειώσουμε την ανάπτυξη των μικροοργανισμών με αποτελεσματικότερο τρόπο. Η εξήγηση είναι η **συνεργειακή επίδραση** των διαφορετικών αγωγών : Το συνολικό αποτέλεσμα της συνδυασμένης αγωγής είναι μεγαλύτερο από το άθροισμα των επί μέρους αποτελεσμάτων των μεμονωμένων αγωγών. Η λογική αυτή οδήγησε στην ιδέα της «**τεχνολογίας των εμποδίων**» (hurdle technology), που βασίζεται στη προσκόμιση επαλλήλων εμποδίων στην ανάπτυξη των μικροοργανισμών, με στόχο τη παράταση της ζωής των τροφίμων (αύξηση διατηρησιμότητας). Το ουσιαστικό όφελος της τεχνολογίας των εμποδίων είναι η εφαρμογή των διαφόρων αγωγών **με πιο ήπιο τρόπο**, λόγω της συνεργειακής επίδρασής τους. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται οικονομία και καλύτερη διατήρηση των φυσικών χαρακτηριστικών (θρεπτικά συστατικά, γεύση, χρώμα, οσμή). Το πιο βασικό «εμπόδιο» μικροοργανισμών στη τεχνολογία συντήρησης των τροφίμων είναι η **ψύξη**. Επιπρόσθετα με αυτό το εμπόδιο και ανάλογα το είδος, εφαρμόζονται και πρόσθετα εμπόδια (μικροβίων), όπως π.χ. η συσκευασία, η προσθήκη συντηρητικών, η ρύθμιση της οξύτητας (pH), ο έλεγχος της ενεργότητας του εμπεριεχομένου νερού (a_w), η ακτινοβολία και η ελεγχόμενη ατμόσφαιρα. Η επιλογή του συνδυασμού των εμποδίων εξαρτάται από το είδος και το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα. Τα πιο συνηθισμένα εμπόδια, που εφαρμόζονται στη βιομηχανία παραγωγής τροφίμων και **επικουρούν** τη ψύξη είναι η ενεργότητα του νερού* (a_w) και το pH (οξύτητα – αλκαλικότητα). Στον επόμενο πίνακα φαίνεται η επίδραση αυτών των εμποδίων στους μικροοργανισμούς :

* Οι δραστηριότητες των κυττάρων των μικροβίων χρειάζονται νερό για να εκτελέσουν τις βιοχημικές λειτουργίες τους. Το νερό πρέπει να είναι σε κανονική μορφή και όχι σε μορφή πάγου, ούτε να είναι «δεσμευμένο» σε διαλύματα ζάχαρου ή αλατιού, διότι τότε δεν είναι διαθέσιμο στους μικροοργανισμούς. Η διαθεσιμότητα του νερού για τους μικροοργανισμούς ονομάζεται **ενεργότητα νερού** και εκφράζεται από το δείκτη a_w , που έχει τιμές από 0 ως 1. Η τιμή a_w ορίζεται σαν ο λόγος της πίεσης ατμών του νερού του τροφίμου, προς τη πίεση ατμών αμιγούς νερού στην ίδια θερμοκρασία. Ψηλές τιμές a_w υποστηρίζουν τη διαβίωση μικροοργανισμών. Τα βακτήρια απαιτούν $a_w > 0,91$ (υπάρχουν όμως και είδη που επιβιώνουν μέχρι $a_w = 0,82$), ενώ οι μύκητες $> 0,70$. Διατηρώντας τη τιμή a_w σε τιμές χαμηλότερες από τις οριακές, αποτελεί εμπόδια (hurdle) ανάπτυξης μικροοργανισμών, ως εκ τούτου η μέτρηση της a_w αποτελεί μέτρο ελέγχου της διατηρησιμότητας

<p>Δραστικότητα νερού a_w</p>	<p>Εκφράζει τη «διαθεσιμότητα» του νερού για την ανάπτυξη μικροοργανισμών και έχει τιμές 0-1. Όσο μικρότερη είναι η τιμή, τόσο λιγότερο νερό διατίθεται για μικρόβια. Η τιμή μειώνεται με προσθήκες υλικών που «δεσμεύουν το νερό, όπως π.χ. αλάτι ή με αφαίρεση του νερού (ξήρανση). Η συνδυασμένη αγωγή μειωμένης τιμής a_w και χαμηλής θερμοκρασίας μεγιστοποιεί το αποτέλεσμα της διατηρησιμότητας. Η θερμική αντίσταση ορισμένων μικροοργανισμών αυξάνεται σε μειωμένες τιμές a_w.</p>
<p>Οξύτητα – αλκαλικότητα pH</p>	<p>Εκφράζει το βαθμό οξύτητας – αλκαλικότητας μιας ουσίας. Έχει τιμές 1-14. Η τιμή 7 σημαίνει ουδέτερο, τιμές >7 αλκαλικό και τιμές <7 όξινο. Τα βακτηρίδια εξοντώνονται σε χαμηλές τιμές pH (όξινο). Η ικανότητα των μικροοργανισμών να αναπτύσσονται σε μειωμένες τιμές pH (όξινο περιβάλλον) ποικίλει ανάλογα το είδος. Η ικανότητα ανάπτυξης των παθογόνων βακτηρίων μειώνεται με τη μείωση του pH. Επίσης, η θερμική τους αντοχή μειώνεται σε χαμηλότερα pH.</p>

Το βασικότερο εμπόδιο (hurdle) ανάπτυξης παθογόνων μικροοργανισμών, είναι η ψύξη. Τούτο διότι η συντριπτική πλειοψηφία των μικροοργανισμών αδρανοποιείται με τη ψύξη. Επιπρόσθετα με τη ψύξη, στα κρέατα τα εμπόδια που χρησιμοποιούνται είναι η προσθήκη συντηρητικών (π.χ. Νιτρώδους Νατρίου), αλατιού (μείωση a_w), όξινων ουσιών (ρύθμιση pH), η χαμηλή ακτινοβολία και η συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας (MAP). Σε κάθε συνδυασμό εμποδίων (hurdles), πρέπει να εξετάζεται η δυνατότητα εφαρμογής ενός εκάστου εμποδίου από τη Νομοθεσία.