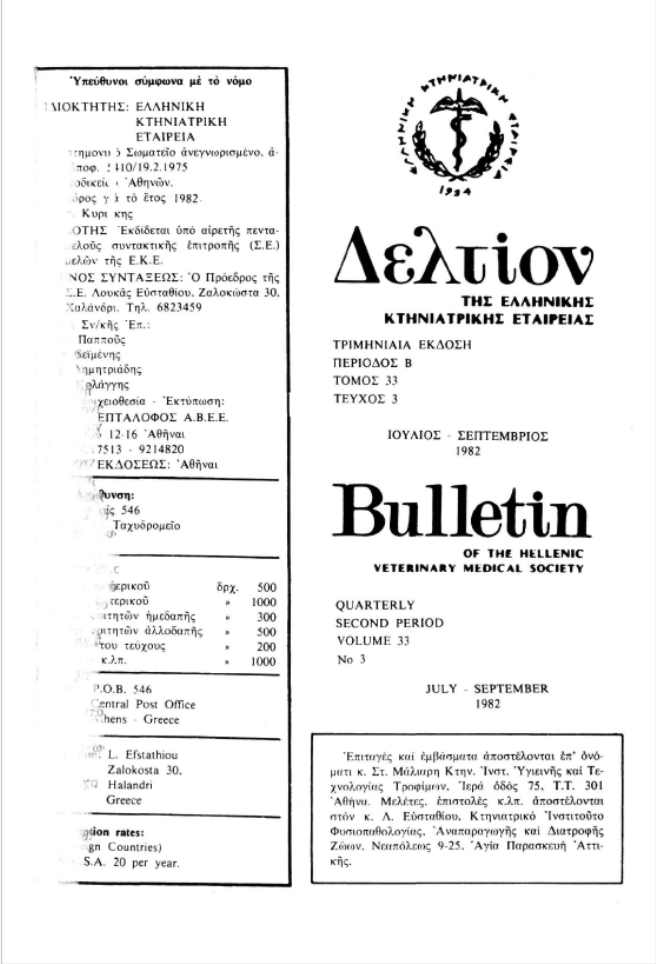
ePublishing

ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society

Vol 33, No 3 (1982)



Υπεύθυνοι σύμφωνα με τὸ νόμο

ΙΟΚΤΗΤΗΣ: ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ

ημονεῖ ὁ Σωματεῖο ἀνεγνωρισμένο, ἀ-
ποφ. 110/19.2.1975
δεκεῖ ὁ Ἀθηνῶν.
ρος γιὰ τὸ ἔτος 1982.
Κυρι κης

ΟΤΗΣ Ἐκδίδεται ὑπὸ αἱρετῆς πεντα-
ελοῦς συντακτικῆς ἐπιτροπῆς (Σ.Ε.)
ελῶν τῆς Ε.Κ.Ε.

ΝΟΣ ΣΥΝΤΑΞΕΩΣ: Ὁ Πρόεδρος τῆς
Σ.Ε. Λουκᾶς Εὐσταθίου, Ζαλοκώστα 30,
Χαλάνδρι. Τηλ. 6823459
Συν/κῆς Ἐπ.:
Παπποῦς
Θεῖμένης
Δημητριάδης
Φλάγγης

χειοθεσία - Ἐκτύπωση:
ΕΠΤΑΛΟΦΟΣ Α.Β.Ε.Ε.
12-16 Ἀθῆναι
7513 - 9214820
ΕΚΔΟΣΕΩΣ: Ἀθῆναι

ύνση:
ής 546
Ταχυδρομεῖο

ερικοῦ δρχ. 500
τερικοῦ » 1000
ετητῶν ἡμεδαπῆς » 300
ετητῶν ἀλλοδαπῆς » 500
του τεύχους » 200
κ.λπ. » 1000

P.O.B. 546
Central Post Office
hens - Greece

L. Efstathiou
Zalokosta 30,
Halandri
Greece

ption rates:
gn Countries)
S.A. 20 per year.

Δελτίον
ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ

ΤΡΙΜΗΝΙΑΙΑ ΕΚΔΟΣΗ
ΠΕΡΙΟΔΟΣ Β
ΤΟΜΟΣ 33
ΤΕΥΧΟΣ 3

ΙΟΥΛΙΟΣ - ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ
1982

Bulletin
OF THE HELLENIC VETERINARY MEDICAL SOCIETY

QUARTERLY
SECOND PERIOD
VOLUME 33
No 3

JULY - SEPTEMBER
1982

Ἐπιταγές καὶ ἐμβάσματα ἀποστέλονται ἐπ' ὀνόματι κ. Στ. Μάλιαρη Κτην. Ἴνστ. Ὑγιεινῆς καὶ Τεχνολογίας Τροφίμων, Ἱερὰ ὁδὸς 75, Τ.Τ. 301 Ἀθῆνα. Μελέτες, ἐπιστολές κ.λπ. ἀποστέλονται στὸν κ. Λ. Εὐσταθίου, Κτηνιατρικὸ Ἰνστιτοῦτο Φυσιοπαθολογίας, Ἀναπαραγωγῆς καὶ Διατροφῆς Ζώων, Νεαπόλεως 9-25, Ἀγία Παρασκευὴ Ἀττικῆς.

Water activity: Its significance and application in food safety and preservation

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Α. ΓΕΝΗΠΩΡΓΗΣ

doi: 10.12681/jhvms.21545

Copyright © 2019, ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Α. ΓΕΝΗΠΩΡΓΗΣ

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0.

To cite this article:

ΓΕΝΗΠΩΡΓΗΣ Κ. Α. (2019). Water activity: Its significance and application in food safety and preservation. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, *33*(3), 211–225. https://doi.org/10.12681/jhvms.21545

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 20/12/2025 12:58:53

ΛΕΑΤΙΟΝ ΕΛΛ. ΚΤΗΝ. ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ, 1982, Τ. 33, τ. 3

ΕΝΕΡΓΟ ΝΕΡΟ (Aw): ΣΗΜΑΣΙΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΥΓΙΕΙΝΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Α. ΓΕΝΗΓΙΩΡΓΗΣ*

WATER ACTIVITY: ITS SIGNIFICANCE AND APPLICATION IN FOOD SAFETY AND PRESERVATION

CONSTANTIN A. GENIGEORGIS*

SUMMARY

One of the most important environmental parameters which affect the growth, biochemical activities and death of microorganisms in foods is water activity (a_w). By appropriate adjustment of a_w in the food system the food scientist can secure its extended preservation and minimize the possibility of a food-borne disease problem. This paper deals with the following subjects with respect to a_w: the effect of a_w on the growth and the biochemical activities of microorganisms; the parameters which affect the water requirement of microorganisms; the effect of a_w on the survival of microorganisms at low and high temperature; the technology of a_w adjustment in foods and its food safety implications and finally a discussion of some recent developments, trends and problems in the application of the a_w principle in food preservation.

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ἕνας ἀπὸ τοὺς πλέον σπουδαίους παράγοντας τοῦ περιβάλλοντος ποὺ ἐπηρεάζουν τὴν ἀνάπτυξη, βιοχημικὴ δραστηριότητα, βλάστηση σπόρων καὶ θάνατο τῶν μικροοργανισμῶν (Μ.Ο) στὶς τροφὲς εἶναι τὸ ἐνεργὸ ἢ ἐλεύθερο νερὸ (water activity). Μὲ κατάλληλη ρύθμιση τῆς ποσότητας τοῦ ἐνεργοῦ νεροῦ στὶς τροφὲς ὁ ἐπιστήμων τῶν τροφίμων μπορεῖ σήμερα νὰ ἐξασφαλίσει τὴν παρατεταμένη συντήρησή τους καὶ νὰ μειώσει τὸν κίνδυνο τροφοδηλητηριάσεων.

II. ΟΡΙΣΜΟΣ – ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

Ὡς συντελεστὴς ἐνεργοῦ ἢ ἐλεύθερου νεροῦ (a_w) μιᾶς τροφῆς ἢ διαλύματος θεωρεῖται ὁ λόγος τῆς πιέσεως τῶν ὑδρατμῶν τῆς τροφῆς ἢ διαλύματος (P) σὲ σχέση μὲ τὴν πίεση τῶν ὑδρατμῶν τοῦ ἀπεσταγμένου νεροῦ (P_o) στὴν ἴδια θερμοκρασία ($a_w = P/P_o$). Ὅταν ἡ τροφὴ εἶναι σὲ ἰσορροπία μὲ τὴν ἀτμόσφαιρα τότε ἡ σχετικὴ ὑγρασία ἀντιστοιχεῖ μὲ 100 X a_w. Ἡ προσθήκη ἁλάτων, σακχάρων ἢ ἄλλων οὐσιῶν στὸ νερὸ ἢ τὴν τροφὴ μειώνει τὸ a_w.

* Τμῆμα Ἐπιδημιολογίας καὶ Προληπτικῆς Ἰατρικῆς Κτηνιατρικῆς Σχολῆς Πανεπιστημίου Καλιφόρνιας, Davis, CA, 95616, USA.
Department of Epidemiology and Preventive Medicine, School of Veterianry Medicine, University of California, Davis, California 95616, USA.

Στὴν περίπτωση τῶν ἰδεωδῶν διαλυμάτων τὸ a_w σύμφωνα μὲ τὸ νόμο τοῦ Ραοὺλ ἰσοῦται μὲ

$$a_w = \frac{N_2}{N_2 + N_1}$$

ὅπου N_1 καὶ N_2 εἶναι τὰ γραμμομόρια τῆς οὐσίας καὶ τοῦ διαλύτου (νερὸ) ἀντίστοιχα (30,65). Ἔτσι γιὰ μιὰ ἰδεώδη διάλυση ἑνὸς γραμμομορίου μιᾶς οὐσίας σὲ νερὸ τὸ a_w θὰ εἶναι 1000/18/1000/18+1 = 0.9823. Στὴν πραγματικότητα μὴ ἠλεκτρολύτες σὲ ἀραιὲς συγκεντρώσεις πλησιάζουν αὐτὴ τὴ θεωρητικὴ τιμή, ἐνῶ διαλύματα ἠλεκτρολυτῶν ἀπομακρύνονται σημαντικὰ τῆς θεωρητικῆς τιμῆς σὲ ὅλες τὶς συγκεντρώσεις. Ἔτσι διάλυμα ἑνὸς γραμμομορίου ζάχαρης, NaCl, γλυκερίνης καὶ CaCl ἔχουν ἀντίστοιχα a_w 0.9806, 0.9669, 0.9816 καὶ 0.945 ἀντὶ τῆς θεωρητικῆς τιμῆς τοῦ 0.9823.

Τροφὲς μὲ τὸ αὐτὸ ποσὸ νεροῦ δὲν ἔχουν ἀπαραίτητα τὸ ἴδιο a_w. Ἐπίσης τροφὲς μὲ τὸ ἴδιο a_w δὲν ἔχουν ἀπαραίτητα τὸ ἴδιο ποσὸ συνολικοῦ νεροῦ (5, 6, 9). Γιὰ κάθε τροφὴ ὑπάρχει εἰδικὴ καμπύλη ποὺ συσχετίζει τὸ a_w μὲ τὸ συνολικὸ ποσὸ νεροῦ. Ἡ σχέση a_w μὲ τὸ συνολικὸ νερὸ μεταβάλλεται ἀνάλογα μὲ τὸν τρόπο ρυθμίσεως τοῦ a_w δηλαδὴ ἐὰν προστέθηκαν οὐσίες γιὰ νὰ ληφθεῖ μιὰ ὁρισμένη τιμὴ a_w ἢ ἔγινε πρῶτα ἀφυδάτωση τῆς τροφῆς καὶ μετὰ προστέθηκε νερὸ ἕως ὅτου ληφθεῖ τὸ a_w ποὺ ἐπιθυμοῦμε (7,65).

III. ΕΝΕΡΓΟ ΝΕΡΟ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ

Τὸ a_w τῶν τροφῶν ἐπηρεάζει σημαντικὰ τὴν ἀνάπτυξη τῶν Μ.Ο., τὶς ματαβολικές τους δραστηριότητες καὶ τὴν ἀντίσταση καὶ ἐπιβίωσή τους σὲ διάφορα περιβάλλοντα. Οἱ ἐπιδράσεις αὐτὲς ἀφοροῦν τόσο τοὺς παθογόνους ὅσο καὶ τοὺς μὴ παθογόνους Μ.Ο. ποὺ προκαλοῦν ἀλλοιώσεις τῶν τροφίμων ἢ χρησιμοποιοῦνται σὰν καλλιέργειες ἀπὸ τὶς βιομηχανίες τροφίμων.

Α. Ἐπίδραση a_w ἐπὶ τοῦ πολλαπλασιασμοῦ καὶ τῶν μεταβολικῶν δραστηριοτήτων τῶν μικροοργανισμῶν.

Γενικὰ τὸ a_w ἐπηρεάζει τὴ φάση προσαρμογῆς (lag phase) καὶ τὴν ταχύτητα πολλαπλασιασμοῦ καὶ θανάτου τῶν Μ.Ο. (59,65). Οἱ Μ.Ο. ἀναπτύσσονται στὶς τροφὲς μέσα σὲ ὁρισμένα ὅρια a_w. Ἡ φάση προσαρμογῆς παρατείνεται ὅσο τὸ a_w αὐξάνει. Οἱ περισσότεροι Μ.Ο. ποὺ ἀναπτύσσονται στὶς τροφὲς ἀπαιτοῦν ὑψηλὸ a_w (κοντὰ στὸ 1) γιὰ ταχύτερο καὶ ἄνετο πολλαπλασιασμό. Ἐλάχιστοι Μ.Ο. ἀπαιτοῦν μειωμένο a_w. Ὁ πολλαπλασιασμὸς τῶν Μ.Ο. παύει ὅταν τὸ a_w μειώνεται κάτω τοῦ 0.62. Κάτω τῆς τιμῆς αὐτῆς ἐπίσης οἱ Μ.Ο. πεθαίνουν βαθμιαῖα καὶ μὲ ταχύτητα ποὺ ἐπηρεάζεται ἀπὸ πολλοὺς παράγοντες. Γενικὰ οἱ μύκητες εἶναι πιὸ ἀνθεκτικοὶ σὲ χαμηλὸ a_w ἀπὸ ὅτι οἱ ζῦμες ποὺ εἶναι πιὸ ἀνθεκτικὲς ἀπὸ τὰ μικρόβια.

Οἱ ἀπαιτήσεις τῶν Μ.Ο. σὲ ἐλεύθερο νερὸ καὶ ἡ χαμηλώτερη τιμὴ τοῦ a_w ποὺ σταματᾶ τὸν πολλαπλασιασμὸ ἐπηρεάζονται ἀπό:

1) Διατροφή: Τὸ εἶδος τῆς τροφῆς ἐπηρεάζει τὴν ταχύτητα ἀναπτύξεως σὲ ἕνα ὁρισμένο a_w. Βιταμῖνες καὶ ὁρισμένα ἀμινοξέα ἐπιτρέπουν τὴν ἀνάπτυξη τῶν σταφυλοκόκκων καὶ σαλμονελλῶν σὲ χαμηλώτερο a_w (9,53,61).

2) Ὀξυγόνο: Οἱ σταφυλόκοκκοι καὶ οἱ σαλμονέλλες ἀναπτύσσονται σὲ τροφὲς μὲ χαμηλώτερο a_w ὑπὸ ἀερόβιες συνθῆκες ἀπὸ ὅτι μὲ ἀναερόβιες συνθῆκες (19,23).

3) Θερμοκρασία: Γενικὰ τὸ χαμηλότερο a_w ἐπιτυγχάνεται ὅταν ἡ θερμοκρασία εἶναι ἡ πλέον εὐνοϊκή.

4) Εἶδος ρυθμιστικῆς οὐσίας: Ἡ ρύθμιση τοῦ a_w μὲ μιὰ ὁρισμένη οὐσία ἢ μίγματα οὐσιῶν σὲ μιὰ ὁρισμένη τιμὴ ἔχει διαφορετικὴ ἐπίδραση στὸν κάθε Μ.Ο. (4, 48,53).

5) Ρύθμιση pH: Στὸ πλέον εὐνοϊκὸ pH οἱ Μ.Ο. ἀναπτύσσονται στὸ πλέον χαμηλό a_w (3,4,50,53).

6) Τρόπος ρυθμίσεως τοῦ a_w: Ἡ ρύθμιση τοῦ a_w μὲ προσθήκη διαφόρων οὐσιῶν ἐπιτρέπει ἀνάπτυξη σὲ χαμηλότερο a_w ἀπὸ ὅτι ἐὰν ἡ ρύθμιση στὴν ἴδια τιμὴ a_w γινόταν μὲ συνδυασμὸ ἀφυδατώσεως καὶ στὴ συνέχεια μὲ προσθήκη νεροῦ (32).

7) Ἀρχικὸς ἀριθμὸς μικροοργανισμῶν καὶ διαφορὲς μεταξὺ στελεχῶν: Μέχρι ἕνα ὅριο ὅσο πιὸ ἔντονος ὁ βαθμὸς μολύνσεως τῆς τροφῆς ἀπὸ ἕνα ὁρισμένο εἶδος Μ.Ο., τόσο πιὸ χαμηλὸ εἶναι τὸ a_w ποὺ σταματᾶ τὸν πολλαπλασιαμὸ (18-23,47,66). Διαφορὲς μεταξὺ στελεχῶν ἔχουν παρατηρηθεῖ ἐπανειλημμένα.

Β. Ἐλάχιστες τιμὲς a_w γιὰ τὴν ἀνάπτυξη τῶν παθογόνων μικροοργανισμῶν.

1) **Staphylococcus aureus.** Ἀερόβια ἀνάπτυξη παρατηρήθηκε σὲ a_w 0.86 καὶ ἀναερόβια σὲ 0.9 ὑπὸ τοῦ Scott (53).

Πρόσφατα παρατηρήθηκε ἀερόβια ἀνάπτυξη σὲ a_w 0.83-0.84 (32, 63). Ἀερόβια παραγωγὴ ἐντεροτοξίνης Α παρατηρήθηκε σὲ 0.87 καὶ 0.86 ἀντίστοιχα σὲ κρέας βοδινὸ καὶ ζαμπὸν (61). Ἀερόβια παραγωγὴ ἐντεροτοξινῶν Β καὶ C παρατηρήθηκε σὲ a_w 0.925 (18,20,62).

2) **V. parahaemolyticus**: Ἐλάχιστο a_w 0.937, 0.945, 0.957, 0.983 καὶ 0.986 παρατηρήθηκε ὅταν τὸ a_w ρυθμίστηκε ἀντίστοιχα μὲ γλυκερίνη, KCl, ζάχαρη, γλυκόζη καὶ propylene oxide (4).

3) **Salmonella**: Ἡ χαμηλότερη τιμὴ a_w ποὺ ἐπέτρεψε ἀερόβια ἀνάπτυξη τῶν σαλμονελλῶν ἦταν 0.93 (8).

4) **B. cereus.** Τὸ ἐλάχιστο a_w ποὺ ἐπέτρεψε ἀνάπτυξη σὲ ζωμὸ ἦταν 0.955 (51).

5) **C. perfringens:** Τὸ ἐλάχιστο a_w βρέθηκε νὰ εἶναι 0.95-0.97, ὅταν χρησιμοποιήθηκε ζάχαρη ἢ NaCl καὶ 0.93-0.95 ὅταν χρησιμοποιήθηκε γλυκερίνη (29,60).

6) **C. botulinum:** Ἀνάπτυξη καὶ τοξιγένεση ἔχει παρατηρηθεῖ γιὰ τοὺς τύπους Α καὶ Β σὲ a_w 0.93 καὶ 0.97 ὅταν ἡ ρύθμιση τοῦ a_w ἔγινε ἀντίστοιχα μὲ γλυκερίνη καὶ NaCl. Τὸ ἐλάχιστο a_w γιὰ τὸν τύπο Ε ἦταν 0.95 καὶ 0.98 κάτω ἀπὸ τὶς ἴδιες συνθῆκες (3).

7) Ἄλλοι παθογόνοι μικροοργανισμοί: Ἡ **Y. enterocolitica** παύει νὰ ἀναπτύσσεται ὅταν τὸ a_w εἶναι 0.945 (58). Ἡ ἀνάπτυξη τοῦ **Campylobacter** παρεμποδίζεται μὲ 3.5% ἅλμη (14) τῆς ὁποίας τό a_w ὑπολογίζεται σὲ 0.985. Γενικὰ ὅταν χρησιμοποιοῦνται NaCl καὶ σάκχαρα γιὰ τὴ ρύθμιση τοῦ a_w, τότε ἡ ἀνάπτυξη τῆς **E. coli** παρεμποδίζεται μὲ $a_w<0.95$ καὶ τῆς **Shigella** μὲ $a_w<0.96$ (8,37).

Μύκητες: Οἱ μύκητες μποροῦν νὰ ἀναπτυχθοῦν σὲ τροφὲς μὲ πολὺ χαμηλὸ a_w (>0.62). Ἐλάχιστες τιμὲς a_w ποὺ ἐπέτρεψαν παραγωγὴ μυκοτοξινῶν εἶναι: γιὰ Citrinin 0.90, γιὰ Patulin 0.9, γιὰ Cyclopiazonic acid 0.87, γιὰ Citreoviridin 0.86, Ochratoxin A 0.85, Criseofulvin 0.85, Aflatoxin 0.83 καὶ γιὰ Penicillic acid 0.80 (2,13,37). Γενικὰ οἱ μύκητες ἀναπτύσσονται σὲ χαμηλότερο a_w ἀπὸ ἐκεῖνο ποὺ χρειάζεται γιὰ τὴν παραγωγὴ μυκοτοξινῶν.

Γ. Ἐνεργὸ νερὸ καὶ ἐπιβίωση τῶν μικροργανισμῶν

1) Ἐπίδραση τοῦ a_w στὴν θερμοανθεκτικότητα τοῦ μικροοργανισμοῦ: Γενικὰ ἡ θερμοανθεκτικότητα τῶν βλαστικῶν μορφῶν τῶν Μ.Ο αὐξάνει μὲ τὴν μείωση τοῦ a_w καὶ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ εἶδος καὶ τὴν ποσότητα τῆς προσθετικῆς οὐσίας ποὺ χρησιμοποιήθηκε γιὰ τὴ ρύθμιση τοῦ a_w(23,65). Συχνὰ σὲ χαμηλὸ a_w ὑπάρχει μεγαλύτερη ἐπίδραση τῆς τοξικότητας τῶν οὐσιῶν ἀπὸ ὅτι ἡ αὔξηση τῆς θερμοανθεκτικότητας. Οἱ ἐπιδράσεις τῶν διαφόρων ρυθμιστικῶν οὐσιῶν ἐπὶ τῆς θερμοανθεκτικότητας τῶν Μ.Ο. εἶναι πιὸ ἐμφανεῖς σὲ a_w 0.2-0.4. Ἡ προσθήκη ὑδατανθράκων γενικὰ αὐξάνει τὴν θερμοανθεκτικότητα ἐνῶ τὸ NaCl τὴν μειώνει. Ἡ ἐπίδραση ἀραιῶν συγκεντρώσεων ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν Μ.Ο., εἶδος τροφῆς καὶ συγκέντρωση. Ἡ θερμοαντοχὴ τῶν σπόρων αὐξάνει μὲ τὴν μείωση τοῦ a_w (23). Ἡ μέγιστη θερμοαντοχὴ παρατηρεῖται σὲ a_w 0.2-0.4 (46). Αὐξημένη συγκέντρωση ἁλάτων μειώνει τὴν ἀνάνηψη τραυματισμένων σπόρων. Ἡ θερμοαντοχὴ τῶν σπόρων τοῦ **C. botulinum E** αὐξήθηκε κατὰ 10 φορὲς μὲ τὴ μείωση τοῦ a_w ἀπὸ 1 σὲ 0.9 (46). Ὁ λογάριθμος τῆς τιμῆς D σὲ 95^{0}C γιὰ τοὺς σπόρους τοῦ **B. subtilis** ἦταν 4 ὅταν τὸ a_w ρυθμίστηκε μὲ ἀτμούς, 2.5 ὅταν ρυθμίστηκε μὲ LiCl καὶ 1.5 ὅταν ρυθμίστηκε μὲ γλυκερίνη. Στὶς τροφὲς γενικὰ ὅσο τὸ a_w μειώνεται καὶ ἡ τροφὴ γίνεται «πιὸ ξηρή», τόσο πιὸ ἔντονη θέρμανση (ὑψηλότερη θερμοκρασία ἢ παράταση χρόνου) χρειάζεται γιὰ ἀποτελεσματικὴ καταστροφὴ τοῦ αὐτοῦ ἀρχικοῦ ἀριθμοῦ Μ.Ο. Ἡ παρουσία λιπῶν μειώνει τὸ a_w καὶ αὐξάνει τὴν θερμοαντοχὴ. Ἔτσι οἱ σπόροι τοῦ **B. cereus** βρέθηκαν νὰ εἶναι 1.000 φορὲς πιὸ ἀνθεκτικοὶ σὲ λάδι σόγιας ἀπὸ ὅτι σὲ λάδι σόγιας μὲ 1% νερό (45). Γιὰ τοὺς σταφυλοκόκκους ἡ D_{60} ἦταν 5.3 καὶ 42.4 λεπτὰ ὅταν ἡ θέρμανση ἔγινε σὲ 10% σκόνη γάλα καὶ σκόνη γάλα μέ 57% ζάχαρη (23). Γιὰ τὶς σαλμονέλλες ἡ D_{57} ἦταν 0.6-1.5 καὶ 5-38 λεπτὰ ἀντίστοιχα σὲ a_w 0.99 καὶ 0.96 (23). Εἰδικὰ γιὰ τὴν **S. senftenberg** 775W ἡ D_{57} ἦταν 13-16 καὶ 43-55 λεπτὰ σὲ a_w 0.99 καὶ 0.96 (23).

Πρὶν μερικὰ χρόνια ἡ κατανάλωση σοκολάτας προκάλεσε ἐκτεταμένες τροφοδηλητηριάσεις στὶς Η.Π.Α καὶ τὸν Καναδᾶ. Πειραματισμοὶ ἀπέδειξαν ὅτι ἡ

ὑπεύθυνη γιὰ τὴν τροφοδηλητηρίαση σαλμονέλλα ἦταν πάρα πολὺ θερμοανθεκτικὴ στὸ περιβάλλον τῆς σοκολάτας καὶ ἐπέζησε τῆς διαδικασίας παραγωγῆς. Βρέθηκε πῶς ἡ D_{70}=12 ὧρες. Δηλαδὴ χρειάστηκαν 12 ὧρες θερμάνσεως τῆς σοκολάτας σὲ 70°C γιὰ τὴ μείωση τοῦ ἀρχικοῦ ἀριθμοῦ τῶν σαλμονελλῶν κατὰ 90%. Ἡ περιεκτικότητα τῆς σοκολάτας σὲ νερὸ ἦταν 1%, πράγμα ποὺ ἐξηγεῖ καὶ τὴ μεγάλη θερμοανθεκτικότητα τοῦ Μ.Ο. Ἡ D_{57} γιὰ τὴν **S. montevideo** σὲ a_w= 0.96 καὶ pH 6.9 ὅταν ἡ ρύθμιση τοῦ a_w ἔγινε μὲ ζάχαρη, γλυκερίνη, σορβιτόλη, φρουκτόζη καὶ ζάχαρη μὲ γλυκόζη (40:1) ἦταν ἀντίστοιχα 16.5, 1.2, 5.5, 9 καὶ 1.3 λεπτὰ (10). Ἡ διαφορετικὴ ἐπίδραση τῶν παραπάνω καθὼς καὶ ἄλλων οὐσιῶν στὴν θερμοανθεκτικότητα τῶν Μ.Ο. ἀποδίδεται στὸ βαθμὸ ἀφυδατώσεως καὶ τὸ βαθμὸ ἀντικαταστάσεως τοῦ ἐνδοκυτταρικοῦ νεροῦ ἀπὸ τὶς ρυθμιστικὲς οὐσίες. Τὸ τελικὸ ἀποτέλεσμα εἶναι ἡ ἀλλαγὴ τῆς ἐνδοκυτταρικῆς πιέσεως καὶ τοῦ a_w.

2) Ἐπιβίωση τῶν μικροοργανισμῶν κατὰ τὴν κατάψυξη: Κατὰ τὴν κατάψυξη τῶν τροφίμων τὸ a_w μειώνεται λόγω κρυσταλλώσεως τοῦ νεροῦ. Ὁ βαθμὸς μειώσεως τοῦ a_w ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν θερμοκρασία καταψύξεως καὶ ἀποθηκεύσεως. Ἔτσι τὸ a_w τοῦ νεροῦ στοὺς -5, -10, -15, -20, καὶ -50°C εἶναι ἀντίστοιχα 0.953, 0.907, 0.864, 0.823 καὶ 0,62, (34, 36, 37). Κατεψυγμένες τροφὲς κάτω τοῦ σημείου καταψύξεως καὶ στὴν ἴδια θερμοκρασία ἔχουν τὸ ἴδιο a_w. Ἔτσι φρέσκο κρέας, σαλάμι ἀέρος καὶ ἀλλαντικὸ τύπου Bologna εἶχαν 0.864 στοὺς -15°C καὶ 0.823 στοὺς -20° (34).

Λόγω μειώσεως τοῦ a_w ὁ πολλαπλασιασμὸς τῶν Μ.Ο στὶς κατεψυγμένες τροφὲς μειώνεται καὶ τελικὰ ἀναστέλλεται ἀνάλογα μὲ τὸ a_w, τὴν θερμοκρασία καὶ τὸ εἶδος τοῦ Μ.Ο. Γενικὰ οἱ μύκητες καὶ οἱ ζῦμες ἐπειδὴ ἐπηρεάζονται λιγότερο ἀπὸ ὅτι τὰ μικρόβια στὴ μείωση τοῦ a_w μποροῦν νὰ συνεχίσουν τὴν ἀνάπτυξή τους σὲ κατεψυγμένες τροφὲς καὶ χαμηλότερες θερμοκρασίες. Ἂν καὶ ἀναφέρεται στὴ βιβλιογραφία ἀνάπτυξη τῶν Μ.Ο. σὲ -18 καὶ -34°C (16) ἀπὸ πρακτικῆς ἀπόψεως -12°C θεωρεῖται ὡς τὸ κατώτερο ὅριο τὸ ὁποῖο ἐπιτρέπει πολλαπλασιασμὸ Μ.Ο. ποὺ ἔχουν κάποια σημασία στὶς τροφές.

Κατὰ τὴν κατάψυξη ὁρισμένοι Μ.Ο. τραυματίζονται ἀμετάτρεπτα, ἄλλοι ἐπουλώνουν τὰ τραύματά τους κατὰ τὴν ἀπόψυξη καὶ ἄλλοι παραμένουν χωρὶς τραυματισμό. Ἐπίσης ἀναμένεται μείωση τοῦ ἀρχικοῦ ἀριθμοῦ τῶν Μ.Ο. κατὰ 10-100 φορές. Ἡ μείωση αὐτὴ συνεχίζεται μὲ βραδύτερο ρυθμὸ κατὰ τὴ διάρκεια τῆς ἀποθηκεύσεως καὶ ἐξαρτᾶται ἀπὸ ἕνα ἀριθμὸ παραγόντων. Οἱ κατὰ Gram θετικοὶ εἶναι πιὸ ἀνθεκτικοὶ ἀπὸ τοὺς κατὰ Gram ἀρνητικούς. Γενικὰ ὑπάρχει καλύτερη ἐπιβίωση τῶν Μ.Ο σὲ χαμηλότερες θερμοκρασίες ἀποθηκεύσεως. Ἡ ἐπιβίωση ἐξαρτᾶται ἐπίσης ἀπὸ τὸ εἶδος τῆς τροφῆς καὶ μειώνεται ὅταν ἡ θερμοκρασία δὲν παραμένει σταθερὴ (23,28,43). Τὰ παράσιτα στὶς τροφὲς εἶναι εὐαίσθητα στὴν κατάψυξη ἐνῶ οἱ ἰοὶ καὶ οἱ σπόροι εἶναι πολὺ ἀνθεκτικοί.

Δ. Ἀφυδατωμένες τροφὲς –a_w – ἐπιβίωση μικροοργανισμῶν

Ἡ συντήρηση τῶν τροφίμων μὲ ξηρασία βασίζεται στὴν ἀφαίρεση ὁρισμέ-

νης ποσότητας νεροῦ γιὰ νὰ μειωθεῖ τὸ a_w κάτω τοῦ 0.62, ὁπότε παύει ὁ πολλαπλασιασμὸς τῶν Μ.Ο. Συνήθως οἱ ἀποξηραμένες τροφὲς ἔχουν $a_w < 0.1$. Οἱ Μ.Ο. ποὺ ἔχουν ἐπιζήσει τῆς διαδικασίας ἀποξηράνσεως πεθαίνουν βραδέως κατὰ τὴν ἀποθήκευση τῶν ξηρῶν τροφῶν. Ἡ ταχύτητα θανάτου ἐπηρεάζεται ἀπὸ πολλοὺς παράγοντες ὅπως τὸ a_w, pH, Eh, θερμοκρασία, εἶδος Μ.Ο., σύσταση τροφῆς κλπ. Γενικὰ ὅσο μειώνεται τὸ a_w τῆς τροφῆς, τὸ ὀξυγόνο, ἡ θερμοκρασία ἀποθηκεύσεως καὶ γίνεται οὐδέτερο τὸ pH, τόσο μειώνεται ἡ ταχύτητα θανάτου τοῦ Μ.Ο. Ἔτσι οἱ σαλμονέλλες καὶ οἱ σταφυλόκοκκοι στὶς ξηρὲς τροφὲς πεθαίνουν πιὸ γρήγορα μὲ αὔξηση τοῦ a_w τροφῆς ἀπὸ 0 σὲ 0.53, στὴν παρουσία ἀέρα ἔναντι κενοῦ καὶ σὲ 20^0C ἔναντι 3^0C (8,23,54). Ἡ σύσταση τῆς τροφῆς ἔχει ἐπίσης μεγάλη ἐπίδραση στὸ βαθμὸ ἐπιβιώσεως. Γενικὰ ὁρισμένα σάκχαρα (μὴ ἀναγωγικὰ) αὐξάνουν τὸ ποσοστὸ ἐπιβιώσεως κατὰ τὴν ἀποθήκευση (59), ἐνῶ ἐλεύθερα λιπαρὰ ὀξέα, συντηρητικὰ καὶ προϊόντα τῆς ἀντιδράσεως Maillard (40) μειώνουν τὴν ἐπιβίωση. Ὁ θάνατος τῶν Μ.Ο. ὀφείλεται κύρια σὲ ἀντιδράσεις ἀμινοξέων καὶ καρβονυλίων.

Γενικὰ ἡ ἐπίδραση τῆς ἀφυδατώσεως ἐπὶ τῶν βιοχημικῶν μεταβολῶν τῶν ξηρῶν τροφῶν ἔχει μεγαλύτερη σημασία ἀπὸ ὅτι τὸ μικροβιακὸ πρόβλημα. Στὴν περίπτωση αὐτὴ τὸ χαμηλὸ a_w, ἡ χαμηλὴ θερμοκρασία ἀποθηκεύσεως καὶ ἡ συσκευασία ὑπὸ κενὸ ἢ σὲ ἀτμόσφαιρα ἀζώτου συμβάλει στὴ διατήρηση τῶν ὀργανοληπτικῶν χαρακτηριστικῶν τῆς τροφῆς.

Ἰδιαίτερης σημασίας στὴν ὑγιεινὴ τῶν τροφίμων εἶναι ἡ διαδικασία λυοφιλυώσεως τῶν μικροβιακῶν καλλιεργειῶν ποὺ χρησιμοποιοῦνται στὶς ζυμώσεις τροφίμων (γαλακτικὰ μικρόβια στὰ κρεατοσκευάσματα καὶ τυριά). Στὴν περίπτωση αὐτὴ ὑπάρχει τεράστιο ἐνδιαφέρον γιὰ τὴν καλύτερη συντήρηση τῶν καλλιεργειῶν αὐτῶν ὥστε νὰ διατηρήσουν τὴν ζωτικότητά τους καὶ νὰ προκαλέσουν γρήγορη ζύμωση. Τὸ θέμα αὐτὸ τὸ μελετήσαμε ἰδιαίτερα τόσο ἀπὸ πλευρᾶς τεχνολογίας παραγωγῆς καὶ συντηρήσεως καλλιεργειῶν, ὅσο καὶ ἀπὸ πλευρᾶς ἐφαρμογῆς σὲ βιομηχανικὸ ἐπίπεδο (17,24). Πολλὲς καλλιέργειες ἐμπορίου πιθανὸν λόγω κακῆς τεχνολογίας παραγωγῆς καὶ συντηρήσεως βρέθηκαν ἀρκετὰ ἀσθενεῖς κατὰ τὴ διάρκεια τῆς χρήσης των στὴν παραγωγὴ ξηρῶν ἀλλαντικῶν ἀέρος (17, 24), μὲ ἀποτέλεσμα νὰ ἐξουδετερώνονται γρήγορα ἀπὸ τὴν μικροβιακὴ χλωρίδα τοῦ κρέατος ἀντὶ νὰ τὴν ἐξουδετερώνουν οἱ ἴδιες.

IV. ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΟΥ A_w ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Ἡ σημασία τοῦ a_w στὴν συντήρηση τῶν τροφίμων εἶναι ἀρκετὰ ἀναγνωρισμένη σήμερα. Οἱ διάφοροι τρόποι ρυθμίσεως τοῦ a_w καὶ οἱ ἐπιπτώσεις ἐπὶ τῆς ὑγιεινῆς τῶν τροφίμων θὰ συζητηθοῦν.

Α. **Ρύθμιση a_w μὲ προσθήκη ἁλάτων καὶ σακχάρων:** Πρόκειται γιὰ μεθόδους ποὺ χρησιμοποιοῦνται ἀπὸ μακροῦ χρόνου. Σήμερα NaCl προστίθεται στὰ κρέατα καὶ ψάρια κατὰ τὴν ἁλιπάστωση καὶ συχνὰ σὲ συνδυασμὸ μὲ ἀφυδάτωση (ἀλλαντικὰ ἀέρος). Ζάχαρη, μέλι καὶ γλυκόζη χρησιμοποιοῦνται στὴν παρασκευὴ κομπόστας, μαρμελάδας καὶ ἄλλων γλυκῶν. Πιὸ πρόσφατα ζάχαρη μαζὶ μὲ γλυκερίνη χρησιμοποιοῦνται στὶς τροφὲς μέση ὑγρασίας.

1. Ἐπίδραση NaCl ἐπὶ τῶν μικροοργανισμῶν:

Στὸ κείμενο ποὺ ἀκολουθεῖ ὁ ὅρος «ἅλμη» ὑπονοεῖ τὸ ποσοστὸ NaCl στὸ νερὸ μιᾶς τροφῆς καὶ δίνεται ἀπὸ τὸν τύπο:

$$\% \text{ ἅλμης} = \frac{\% \text{ NaCl (τροφῆς)}}{\% \text{ NaCl} + H_2O \text{ (τροφῆς)}} \times 100$$

α. **Salmonella:** Οἱ σαλμονέλλες εἶναι σχετικὰ εὐαίσθητες στὸ NaCl. Ἅλμη κάτω τοῦ 8% ἀναστέλλει τὸν πολλαπλασιασμό. Τὰ ἀνώτατο ἀνεκτὸ ὅριο ἅλμης γιὰ πολλαπλασιασμὸ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ στέλεχος, pH, Eh καὶ θερμοκρασία. Ἔτσι στοὺς 8^0C ἀνάπτυξη ἔλαβε χώρα μέχρι 2% ἅλμης, στοὺς 12^0C μέχρι 4%, στοὺς 22^0C μέχρι 5-8% καὶ στοὺς 37^0C μέχρι 8% (42).Ὅσο τὸ ποσοστὸ ἅλμης αὐξάνει ἡ φάση προσαρμογῆς ἐπιμηκύνεται καὶ ἡ πιθανότητα ἀναπτύξεως μειώνεται (22). Οἱ σαλμονέλλες μποροῦν νὰ ἐπιζήσουν σὲ ἁλίπαστα κρέατα γιὰ μακρὸ χρονικὸ διάστημα. Γενικὰ ἡ προσθήκη ἅλατος στὰ κρέατα ἐπηρεάζει ἔντονα ὅλα τὰ ἐντεροβακτεριοειδῆ μικρόβια καὶ πολλὰ ἄλλα ἀρνητικὰ κατὰ Gram ψυχρόφιλα μικρόβια ὑπεύθυνα γιὰ τὶς σήψεις τῶν κρεάτων.
β. **S. aureus**: Οἱ σταφυλόκοκκοι ὡς γνωστὸν εἶναι ἀνθεκτικοὶ στὸ NaCl. Ὑπὸ ἀερόβιες συνθῆκες πολλαπλασιάζονται σὲ τροφὲς μὲ 16-18% ἅλμη καὶ ὑπὸ ἀναερόβιες συνθῆκες μέχρι 14-16%. Ἡ πιθανότητα ἀναπτύξεως μειώνεται σὲ εὐθεία γραμμικὴ σχέση μὲ τὴν αὔξηση τοῦ NaCl καὶ τὴ μείωση τοῦ pH καὶ τῆς θερμοκρασίας (18-20,23,47). Ἡ ἀερόβια καὶ ἀναερόβια παραγωγὴ ἐντεροτοξινῶν σταματᾶ ὅταν ἀντίστοιχα ἡ ἅλμη ἔχει ξεπεράσει 12-13% καὶ 9.5% (23).
γ. **V. parahaemolyticus:** Ἀπαιτεῖ τουλάχιστον 0.5% ἅλμη γιὰ ἀνάπτυξη στὶς τροφές, πλέον εὐνοϊκὴ εἶναι 3% ἅλμη, ἐνῶ τὸ ἀνώτατο ὅριο γιὰ πολλαπλασιασμὸ εἶναι 9-10%. Περίεργα παρατηρεῖται αὐξημένη ἐπιβίωση σὲ ζωμοὺς μὲ αὔξηση τῆς ἅλμης ἀπὸ 0 σὲ 12% (4,11).

δ. **Campylobacter jejuni:** Πολὺ εὐαίσθητο στὴν ἅλμη (14).

ε. **C. botulinum:** Τὸ θέμα ἔχει μελετηθεῖ ἐκτεταμένα. Γενικὰ 10% καὶ πλέον ἅλμη παρεμποδίζει τὸν πολλαπλασιασμό. Κατώτερη πυκνότητα ἅλμης ἔχει ἀποτελέσματα ποὺ ποικίλλουν μὲ τὸ ὑπόστρωμα, τὸν τύπο καὶ τὸ στέλεχος (3,23). Ἡ μεγαλύτερη ἀντίσταση στὸ NaCl παρατηρεῖται ὅταν τὸ pH καὶ ἡ θερμοκρασία εἶναι πλέον εὐνοϊκά. Ὅσο αὐξάνει τὸ NaCl τόσο περισσότεροι σπόροι χρειάζονται γιὰ νὰ παρατηρηθεῖ ἀνάπτυξη (23). Ἀνάπτυξη στὶς τροφὲς καὶ ἰδιαίτερα στὰ ἁλίπαστα κρέατα παρεμποδίζεται καὶ ἀπὸ ποσοστὰ ἅλμης κάτω τοῦ 10%. Αὐτὸ ὀφείλεται στὴν παρουσία ἄλλων παραγόντων ὅπως τὰ νιτρικὰ ἅλατα, στὴ τιμὴ τοῦ pH, στὴ ἐπίδραση τῆς θερμάνσεως καὶ τοῦ γεγονότος ὅτι ὁ ἀριθμὸς τῶν σπόρων στὰ κρέατα εἶναι πολὺ μικρὸς (<1/kg) (52,56,57). Σὲ ἀντίθεση μὲ τοὺς τύπους A καὶ B τῶν ὁποίων ἡ ἀνάπτυξη σταματᾶ μὲ 10% ἅλμη, ὁ τύπος E εἶναι εὐαίσθητος καὶ ἡ ἀνάπτυξή του παρεμπο-

δίζεται ἀπὸ 5,5% ἅλμη. Σὲ τροφὲς ὅπως τὰ κρεατοσκευάσματα ἡ παρουσία λίπους προκαλεῖ ἀνομοιογενῆ διανομὴ τοῦ νεροῦ καὶ ὡς ἐκ τούτου καὶ τῆς ἅλμης. Ἀνάπτυξη τῶν τύπων Α καὶ Β σὲ bacon μὲ 11-27% ἅλμη ἔχει παρατηρηθεῖ (1). Πιστεύεται ὅμως ὅτι στὸ bacon μπορεῖ νὰ ὑπάρχουν σημεῖα μὲ ἅλμη κάτω τοῦ 10%. (Γενηγιώργης, ἀδημοσίευτες παρατηρήσεις). Τοπικὲς μεταβολὲς στὴν ἅλμη καὶ τὸ a_w μποροῦν ἐπίσης νὰ προκληθοῦν μετὰ τὴν ἔκθεση τῶν προϊόντων σὲ μεταβαλόμενη θερμοκρασία ἀποθηκεύσεως. Οἱ ἀλλαντικοὶ σπόροι ἐπιζοῦν ἐπὶ μῆνες στὰ ἁλίπαστα κρέατα καὶ ἅλμες (49).

ζ. **C. perfringens:** Ὁ Μ.Ο. αὐτὸς εἶναι ἀρκετὰ εὐαίσθητος στὸ NaCl. Ἡ ἀνάπτυξή του παρεμποδίζεται ἀπὸ 2,4% ἅλμη στοὺς 20°C, 2-5% στοὺς 24 καὶ 30°C, 4-6% στοὺς 37°C καὶ 44% στοὺς 45°C (55). Σὲ πρόσφατη μελέτη παρατηρήσαμε ὅτι τὸ ποσοστὸ ἅλμης ποὺ σταματᾶ τὸν πολλαπλασιασμὸ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ στέλεχος, pH καὶ τὸν ἀριθμὸ τῶν μικροβίων. Ἔτσι ἡ ἀνάπτυξη σὲ ἅλμη 7.5% στοὺς 37°C, pH 7.0 παρατηρήθηκε σὲ 3 ἀπὸ 4 στελέχη καὶ σὲ 6 ἀπὸ 24 πειραματισμοὺς καὶ ὅταν ὁ ἀρχικὸς ἀριθμὸς ἦταν τουλάχιστον 3.2×10^7 κύτταρα/κ.ἐ. ζωμοῦ (66). Τὸ a_w τοῦ ζωμοῦ ἦταν 0.959. Σπόροι ἐπέζησαν γιὰ 35 ἡμέρες σὲ ζωμὸ μὲ 21.5% ἅλμη καὶ 1500 ppm $NaNO_2$ (25).

η. **B. cereus:** Ἀνάπτυξη παρατηρήθηκε σὲ ὑποστρώματα καὶ τροφὲς μὲ ἅλμη μέχρι 7.5% (51). Ὅσο τὸ ποσοστὸ ἅλμης αὐξάνει τόσο μεγαλύτερος ἀριθμὸς μικροβίων χρειάζεται γιὰ νὰ ἀρχίσει ὁ πολλαπλασιασμὸς .

θ. **Παράσιτα, ἰοί, τοξίνες:** Παρατεταμένη ἔκθεση παρασίτων, ὅπως ἡ τριχίνα, στὸ ἁλάτι καταλήγει στὸ θανατό τους. Κυβερνητικοὶ κανονισμοὶ ἀνὰ τὸν κόσμο καθορίζουν τὸ ποσοστὸ ἅλατος καὶ βαθμὸ ἀφυδατώσεως τῶν διαφόρων κρεατοσκευασμάτων ποὺ δὲν ὑποβάλλονται σὲ θερμικὴ ἐπεξεργασία.

Πρόσφατα πειράματα (39) ἔδειξαν ὅτι ἡ ζωτικότητα τῆς τριχίνας ἐξουδετερώθηκε σὲ ἀλλαντικὰ ἀέρος (fermented sausages) μέσα σὲ 6-14 ἡμέρες, ὅταν τὸ a_w ἦταν 0.949-0.931 καὶ στὸ ξηρὸ ζαμπὸν (raw ham) σὲ 10-57 ἡμέρες ὅταν τὸ a_w ἦταν 0.948-0.904. Οἱ ἐρευνητὲς πρότειναν ὅπως τὰ ἀλλαντικὰ ἀέρος καὶ ξηρὰ ζαμπὸν ἔχουν ἀντίστοιχα $a_w \leqslant 0.90$ καὶ $\leqslant 0.87$. Οἱ τιμὲς αὐτὲς ἔχουν πολὺ ἐκτεταμένο περιθώριο ἀσφαλείας.

Οἱ ἰοὶ καὶ οἱ τοξῖνες ἀντέχουν πολὺ σὲ χαμηλὸ a_w καὶ στὶς ποσότητες ἅλατος ποὺ χρησιμοποιοῦνται στὴν παραγωγὴ ἁλιπάστων κρεάτων. Ὁ ἰὸς τοῦ ἀφθώδους ἀντέχει σὲ ἅλμη μέχρι 20%, ἐνῶ ὁ ἰὸς τῆς φυσσαλιδώδους νόσου τῶν χοίρων ἐπιζεῖ τῆς διαδικασίας παραγωγῆς ἀλλαντικῶν ἀέρος καὶ παραμένει στὰ προϊόντα αὐτὰ μέχρι 200 ἡμέρες (26). Οἱ Η.Π.Α. ἀπαιτοῦν ὅπως τέτοια προϊόντα πρὶν εἰσαχθοῦν ἀπὸ τὶς χῶρες ὅπου οἱ ἀρρώστιες αὐτὲς εἶναι ἐνδημικὲς θερμανθοῦν σὲ τουλάχιστον 74.4°C(41)

2. Ρύθμιση τοῦ a_w μὲ σάκχαρα:

Ἡ μέθοδος ἐφαρμόζεται ἀπὸ αἰῶνες στὴν παραγωγὴ πολυάριθμων προϊόντων. Τὰ προστιθέμενα σάκχαρα ἢ μέλι εἶναι τέτοια, ὥστε νὰ ἐπιτυγχάνεται χαμηλὸ a_w στὸ ὁποῖο μόνο μύκητες καὶ ζῦμες μποροῦν νὰ ἀναπτυχθοῦν. Παθογόνοι Μ.Ο. δὲν ἀποτελοῦν πρόβλημα. Ἡ χρήση θερμάνσεως, τὸ χαμηλὸ

pH, ἡ ἀφαίρεση τοῦ ἀέρα στὶς γυάλες ἢ κουτιὰ συμβάλλουν στὴ μείωση τοῦ προβλήματος τῶν μυκήτων καὶ ζυμῶν.

Β. **Ρύθμιση τοῦ a_w μὲ ἀφυδάτωση:** Μὲ τὴν ἀφυδάτωση ἐπιτυγχάνεται μείωση τοῦ a_w καὶ καλὴ συντήρηση τῆς ποιότητας. Μετὰ ἀπὸ μείωση τοῦ a_w κάτω τοῦ 0.62 ἔχουμε ἀναστολὴ τοῦ πολλαπλασιασμοῦ τῶν Μ.Ο. Συνήθως ὅμως τὸ a_w μειώνεται σὲ τιμὲς κάτω τοῦ 0.1. Οἱ Μ.Ο. ποὺ ἐπιζοῦν τῆς διαδικασίας ἀφυδατώσεως πεθαίνουν κατὰ τὴν ἀποθήκευση τῶν ξηρῶν προϊόντων μὲ ρυθμὸ ποὺ ἐπηρεάζεται ἀπὸ πολλοὺς παράγοντες ποὺ ἔχουν ἤδη συζητηθεῖ.

Οἱ περισσότερες διαδικασίες ἀφυδατώσεως δὲν ἐξουδετερώνουν πλήρως τοὺς Μ.Ο. οἱ ὁποῖοι ἀργότερα μπορεῖ νὰ ἀναπτυχθοῦν μὲ ταχὺ ρυθμὸ ἀμέσως μετὰ τὴν προσθήκη τοῦ νεροῦ. Γι' αὐτὸ τὸ λόγο πρὶν ἀπὸ τὴν ἀφυδάτωση προϊόντων ὅπως τὸ γάλα καὶ τὰ αὐγὰ χρειάζεται παστερίωση. Προϊόντα αὐτοῦ τοῦ εἴδους ἔγιναν πρὸ ἐτῶν αἰτίες ἐκτεταμένων τροφοδηλητηριάσεων (23) ἀπὸ σαλμονέλλες καὶ σταφυλοκόκκους στὶς Η.Π.Α.

Τὰ ἔνζυμα τῶν τροφῶν διατηροῦν τὴ δραστηριότητά τους καὶ κάτω τοῦ 0.62. Πολλὰ δροῦν καὶ σὲ a_w κάτω τοῦ 0.2 (33). Γι' αὐτὸ τὸ λόγο καὶ γιὰ τὴ διατήρηση τῆς ποιότητας τῶν ξηρῶν τροφῶν ἀπαιτεῖται κάποιος βαθμὸς θερμάνσεως πρὶν ἀπὸ τὴν ἀφυδάτωση, ὥστε νὰ ἀδρανοποιηθοῦν τὰ ἔνζυμα καὶ ἔτσι νὰ μειωθοῦν οἱ πιθανότητες βιοχημικῶν ἀλλοιώσεων.

Γ. **Ρύθμιση τοῦ a_w μὲ κατάψυξη:** Τὸ θέμα συζητήθηκε προηγουμένως.

Δ. **Τροφὲς μέσης ὑγρασίας (ΤΜΥ):** Ὡς τροφὲς μέσης ὑγρασίας (intermediate moisture foods) θεωροῦνται διάφορα τρόφιμα τὰ ὁποῖα ὁμοιάζουν μὲ ξηρὲς τροφὲς ἀπὸ ἀπόψεως ἀντιστάσεως στὰ μικροβιακὰ προβλήματα ἀλλὰ οἱ ὁποῖες ἔχουν ἀρκετὴ ὑγρασία, ὥστε νὰ μὴ θεωρηθοῦν ὡς ξηρὲς (5). Τὸ a_w αὐτῶν τῶν τροφίμων εἶναι 0.70-0.85 καὶ κατὰ μερικοὺς 0.60-0.90 ἡ δὲ περιεκτικότητα σὲ νερὸ ἀπὸ 20-50% (31). Ἡ παραγωγὴ ΤΜΥ δὲν εἶναι νέα ἐφεύρεση. Τέτοιου εἴδους τροφὲς ὅπως οἱ μαρμελάδες, τὸ μέλι, ξηρὰ φρούτα, ἀλλαντικὰ ἀέρος εἶναι γνωστὰ ἀπὸ αἰῶνες.

Ἀπὸ τὶς πιὸ πρόσφατες ΤΜΥ αὐτὲς ποὺ προορίζονται γιὰ τὴ διατροφὴ τῶν μικρῶν κατοικιδίων ζώων (σκύλων, κ.λπ.), ἔχουν σήμερα μεγαλύτερη ἐμπορικὴ ἐπιτυχία ἀπὸ ἀπόψεως συντηρήσεως καὶ κόστους. Ἡ πρόοδος γιὰ τὴν παραγωγὴ ΤΜΥ γιὰ ἀνθρώπους εἶναι μᾶλλον βραδεῖα.

Ἡ συντήρηση τῶν ΤΜΥ βασίζεται στὶς ἀκόλουθες ἀρχές: Μείωση τοῦ a_w σὲ ἐπίπεδα ποὺ μόνο ἁλόφιλα μικρόβια, μύκητες καὶ ζῦμες μποροῦν νὰ ἀναπτυχθοῦν. Τὶς περισσότερες φορὲς γίνεται καὶ χρήση θερμάνσεως σὲ βαθμὸ παστεριώσεως γιὰ τὴν καταστροφὴ τῶν βλαστικῶν μικροβιακῶν μορφῶν.

Ἐπιζῶντες σπόροι δὲν βλαστάνουν λόγω τοῦ χαμηλοῦ a_w. Τὸ πρόβλημα τῶν μυκήτων ἀντιμετωπίζεται μὲ προσθήκη ἀντιμυκητιακῶν οὐσιῶν ὅπως τὸ σορβικὸ κάλιο, προπιονικὸ ὀξὺ ἢ βενζοϊκὸ ὀξύ, ἢ καὶ εἰδικὴ συσκευασία ὑπὸ κενὸ ἢ σὲ ἀτμόσφαιρα ἀδρανῶν ἀερίων (5,30,65). Γιὰ τὴν ἀντιμετώπιση τῶν ἐνζυμικῶν ἀλλοιώσεων (ὀξείδωση λιπῶν, ἀλλαγὴ χρώματος κλπ.) ἐφαρμόζεται πρῶτα ἤπια θέρμανση καὶ μετὰ ἡ προσθήκη ἀντιοξειδωτικῶν οὐσιῶν καὶ ἡ εἰ-

δικὴ συσκευασία (33). Συνήθως ἡ συσκευασία τῶν ΤΜΥ γίνεται σὲ πλαστικὲς θῆκες χαμηλοῦ κόστους καὶ χαμηλῆς διαπερατότητας σὲ ἀέρια καὶ ὑδρατμοὺς γιὰ νὰ ἀποφευχθεῖ ἡ ἐπίδραση τῆς ἀτμόσφαιρας.

Ὁ πίνακας 1 παρουσιάζει τὴν τυπικὴ σύνθεση ΤΜΥ γιὰ μικρὰ ζῶα (65) καὶ τὸ ρόλο κάθε συστατικοῦ. Στὸ παράδειγμα αὐτὸ ἡ ἐπεξεργασία ἀρχίζει μὲ παστερίωση τῶν προϊόντων κρέατος μαζὶ μὲ τὰ ὑγρὰ ὑλικὰ γιὰ 10 λεπτὰ σὲ 100^{0}C. Μετὰ γίνεται προσθήκη ὅλων τῶν ἄλλων συστατικῶν καὶ θέρμανση στοὺς 82^{0}C γιὰ λίγα λεπτά. Ἀκολουθεῖ εἰδικὸς τεμαχισμός, ἀνάμειξη καὶ συσκευασία. Σὲ ἄλλες περιπτώσεις παραγωγῆς ΤΜΥ γιὰ ἀνθρώπους λεπτὰ τεμάχια κρέατος πρῶτα θερμαίνονται γιὰ λίγα λεπτὰ καὶ ἐν συνεχεία βυθίζονται σὲ διαλύματα μὲ ἐπιθυμητὸ a_w τὰ ὁποῖα περιέχουν ἐπίσης καὶ ἀντιμυκητιακὲς οὐσίες. Ἡ ἐξισορρόπηση τοῦ a_w τοῦ κρέατος μὲ ἐκεῖνο τοῦ διαλύματος γίνεται σὲ χαμηλὴ θερμοκρασία καὶ στὴ συνέχεια τὸ προϊὸν συσκευάζεται.

Πίνακας 1

Τυπικὴ Σύνθεση Τροφῆς Μέσης Ὑγρασίας γιὰ Σκυλιὰ καὶ Γάτες (65)

Περιεχόμενο	%	Σκοπὸς
Ὑποπροϊόντα κρέατος	32	Θρεπτικὸς
Ὑποπροϊόντα σόγιας	21	θρεπτικὸς
Ζάχαρη	21.7	Θρεπτικὸς, μείωση a_w
Φλοιοὶ σόγιας	3	Θρεπτικὸς
Γάλα σκόνη	2.5	Θρεπτικὸς, μείωση a_w
Προπυλενικὴ γλυκόλη	2	Μείωση a_w, ἀντιμυκητιακός, πλαστικός, μείωση μὴ ἐνζυματικῆς ἀλλοιώσεως χρώματος
Λῖπος	1	Θρεπτικός, πλαστικὸς
Μονο, διγλυκερίδια	1	Θρεπτικός, πλαστικός
Σορβικὸ κάλιο	0.3	Ἀντιμηκυτιακὸς
NaCl	1	Μείωση a_w θρεπτικός, γεύση
Χρωστικὴ	0.006	Ὁμοιογένεια χρώματος
Σκόρδο	0.2	Ὀργανοληπτικὸς κυρίως
Βιταμῖνες, ἄλατα	0.06	Θρεπτικὸς

Παρόλη τὴ μεγάλη ἐπιτυχία τῶν ΤΜΥ γιὰ τὰ μικρὰ κατοικίδια ζῶα ἡ χρήση τῶν ΤΜΥ μέχρι σήμερα στὴ διατροφὴ τοῦ ἀνθρώπου εἶναι πολὺ περιορισμένη λόγω ὀργανοληπτικῶν, τοξικῶν καὶ τεχνικῶν προβλημάτων.

Θὰ ἀναφερθῶ μὲ συντομία σὲ ὁρισμένα ἀπὸ αὐτὰ τὰ προβλήματα καὶ σημεῖα ἰδιαίτερου ἐνδιαφέροντος.

1) Λόγῳ τοῦ ἤπιου τρόπου ἐπεξεργασίας γιὰ τὴν παραγωγὴ τῶν ΤΜΥ οἱ πρῶτες ὕλες πρέπει νὰ ἔχουν μικρὸ σχετικὰ ἀριθμὸ Μ.Ο. γιὰ μακροχρόνια

μικροβιακὴ σταθερότητα, ἰδίως μικρὸ ἀριθμό Μ.Ο ποὺ εἶναι ἀνθεκτικοὶ σὲ χαμηλό a_w.

2) Ἡ χρήση ἤπιας θερμάνσεως συμβάλλει στὴ μείωση τῶν Μ.Ο καὶ ἀδρανοποίηση τῶν ἐνζύμων. Οἱ ἀνθεκτικοὶ σὲ χαμηλὸ a_w Μ.Ο γενικὰ δὲν εἶναι καὶ θερμοανθεκτικοί. Σὲ ἀντίθεση ἡ θερμοαντοχὴ τῶν παθογόνων Μ.Ο. αὐξάνεται μὲ τὴ μείωση τοῦ a_w καὶ ἐπηρεάζεται ἀπὸ τὸ εἶδος τῶν προσθετικῶν οὐσιῶν. Γι' αὐτὸ τὸ λόγο ἡ χρήση θερμότητας γιὰ τὴν καταστροφὴ τῶν βλαστικῶν μορφῶν τῶν Μ.Ο πρέπει νὰ γίνεται πρὶν ἀπὸ τή μείωση τοῦ a_w π.χ. παστερίωση πρώτων ὑλῶν πρὶν ἀπὸ τὴ μίξη (27).

3) Ἡ χρήση μικροβιακῶν καλλιεργειῶν ποὺ ἔχουν ἐπιλεχθεῖ γιὰ ταχεῖα ἀνάπτυξη σὲ χαμηλὸ a_w δυνατὸν νὰ χρησιμεύσει στὸ μέλλον ὡς ἀνασχετικὸ μέσο στὴν ἀνάπτυξη παθογόνων Μ.Ο ἢ Μ.Ο ὑπεύθυνων γιὰ ἀλλοιώσεις. Ἡ νέα αὐτὴ τεχνολογία θὰ συμβάλλει στὴ χρησιμοποίηση ἠπιοτέρων τρόπων συντηρήσεως τροφίμων.

4) Στὴν παραγωγὴ ΤΜΥ μπορεῖ νὰ γίνει χρήση καὶ ἄλλων μικροβιακῶν «ἐμποδίων» (34), ὥστε νὰ μὴν ἀπαιτηθεῖ μείωση τοῦ a_w σὲ πολὺ χαμηλὲς τιμὲς καὶ ὡς ἐκ τούτου προσθήκη σημαντικῆς ποσότητας προσθετικῶν οὐσιῶν. Τέτοια μικροβιακὰ «ἐμπόδια» περιλαμβάνουν π.χ. τὴ μείωση τοῦ pH, Eh, εἰδικὴ συσκευασία. Μὲ συσκευασία ὑπὸ κενὸ ἀναστέλεται ἡ ἀνάπτυξη τῶν μυκήτων ἐνῶ οἱ σταφυλόκοκκοι παράγουν 100 φορὲς λιγώτερη ἐντεροτοξίνη σὲ σχέση μὲ τὴν συσκευασία στὴν παρουσία ἀέρα (23).

5) Ἡ ὀρθὴ ἐπιλογὴ τῶν προσθετικῶν οὐσιῶν γιὰ τὴ ρύθμιση τοῦ a_w εἶναι μεγάλης σημασίας διότι ὄχι μόνο μειώνουν τὸ a_w σὲ διάφορο βαθμό, ἀλλὰ ἔχουν καὶ διάφορο βαθμὸ τοξικότητας ἐπὶ τῶν Μ.Ο., ὅπως ἀναφέρθηκε προηγουμένως. Ἰδιαίτερης σημασίας ἐπίσης παραμένει ἡ πιθανὴ τοξικότητα τῶν οὐσιῶν αὐτῶν ἐπὶ τῆς ὑγείας τοῦ ἀνθρώπου.

6) Γενικὰ οἱ παραδοσιακὲς ΤΜΥ γιὰ διατροφὴ τοῦ ἀνθρώπου παραμένουν ἐπιτυχῆ προϊόντα, συχνὰ μὲ ὑψηλὴ θρεπτικὴ ἀξία, ὀργανοληπτικὴ ποιότητα καὶ μικροβιακὴ σταθερότητα. Σὲ ἀντίθεση οἱ νέες ΤΜΥ παρὰ τὴν τρομερὴ ἐπιτυχία τους στὴ διατροφὴ τῶν μικρῶν κατοικιδίων ζώων παραμένουν προβληματικὲς στὴν πλατειὰ ἐφαρμογή τους στὴ διατροφὴ τοῦ ἀνθρώπου. Παράγοντες ποὺ συμβάλλουν σ' αὐτὴ τὴν κατάσταση εἶναι ἡ ἔλλειψη φθηνῶν, ἀποτελεσματικῶν καὶ ἐλευθέρων ἀπὸ ὀργανοληπτικὰ καὶ τοξικολογικὰ προβλήματα οὐσιῶν.

7) Ὅπως ἀναφέρθηκε προηγουμένως πρόσφατες τάσεις στὸν τομέα αὐτὸν κατευθύνονται πρὸς τὴ χρήση ὄχι πολὺ χαμηλοῦ a_w σὲ συνδυασμὸ μὲ τὴ χρήση καὶ ἄλλων μικροβιακῶν «ἐμποδίων» ὅπως τὸ pH, Eh, θέρμανση, μικροβιακὲς καλλιέργειες καὶ προσθετικὲς ἀντιμικροβιακὲς οὐσίες. Πρόοδοι στὸν τομέα αὐτὸ σημειώθηκαν κυρίως στὴν περιοχὴ παραγωγῆς κρεατοσκευασμάτων (34, 36, 37,38). Ἔτσι Ἰταλικὴ μουρταδέλα, Γερμανικὸ ἀλλαντικὸ τύπου Tiroler καὶ πατὲ σηκωτιοῦ σὲ κονσέρβα γίνονται μικροβιακῶς σταθερὰ μὲ μείωση τοῦ a_w κάτω τοῦ 0.95 σὲ συνδυασμὸ μὲ ἤπια θέρμανση. Τὸ a_w τῆς μουρταδέλας ρυθμίζεται περίπου μὲ 2-3% NaCl, 1%, ζάχαρη καὶ 3% σκόνη γάλατος, ἐνῶ στὸ Tiroler χρησιμοποιεῖται καὶ μερικὴ ἀφυδάτωση γιὰ 1-3 ἑβδο-

μάδες σὲ 5°C. Τὸ pH των προϊόντων καθορίζεται ἀπὸ τὸ ἀπαιτούμενο γιὰ μικροβιακὴ σταθερότητα a_w. Ἔτσι pH>6.3 ἀπαιτεῖ a_w<0.94, ἐνῶ pH<6.3 ἀπαιτεῖ a_w>0.95 (38). Ἡ χρήση γαλακτικῶν καλλιεργειῶν γιὰ ταχεῖα ζύμωση μπορεῖ νὰ συμβάλλει σὲ μιὰ γρήγορη πτώση τοῦ pH στὸ 6.0 ἢ λιγότερο καὶ ἔτσι ἐπιτρέπει σταθεροποίηση τοῦ προϊόντος μὲ a_w ὄχι κάτω τοῦ 0.95. Ἡ βλάστηση καὶ ἀνάπτυξη τῶν μικροβιακῶν σπόρων ἀναστέλλεται στὸ χαμηλὸ a_w τοῦ προϊόντος. Στὴν περίπτωση ὅμως αὐτὴ ὁ ἀριθμὸς τῶν σπόρων προσδιορίζει καὶ τὸ ἀπαιτούμενο a_w γιὰ μικροβιακὴ σταθερότητα. Ἔτσι τὸ a_w 0.942 ἦταν ἀνασταλτικὸ σὲ 22.000 σπόρους /g κονσερβοποιημένου πατὲ σηκωτιοῦ (canned liver sausage), ἐνῶ στὸ ἴδιο προϊὸν γιὰ τὴν ἀναστολὴ τῆς ἀναπτύξεως 17 σπόρων χρειάστηκε a_w 0.961 (35). Γενικὰ τὰ προϊόντα αὐτοῦ τοῦ εἴδους θερμαίνονται σὲ ἐσωτερικὴ θερμοκρασία μέχρι 99°C. Ἡ ἤπια αὐτὴ θερμοκρασία καταστρέφει τὶς βλαστικὲς μικροβιακὲς μορφὲς ἐνῶ εἰδικὴ συσκευασία προστατεύει τὸ προϊὸν ἀπὸ νέα μόλυνση μετὰ τὴν ἐπεξεργασία. Ἡ παραγωγὴ τροφίμων μὲ βάση τὶς παραπάνω ἀρχὲς γιὰ μικροβιακὴ σταθερότητα κατὰ τὴν ἀποθήκευση σὲ θερμοκρασίες δωματίου ἔχει τὰ ἑξῆς πλεονεκτήματα:

(α) χρήση μειωμένης ἐνέργειας, (β) τὸ νιτρῶδες νάτριο μπορεῖ νὰ μειωθεῖ μέχρι 25 ppm γιὰ νὰ δώσει ἁπλῶς τὸ χρῶμα, (γ) μείωση τῶν πιθανῶν ἐπιπτώσεων τῆς ἐπεξεργασίας ἐπὶ τῆς θρεπτικῆς ἀξίας τῶν προϊόντων.

Μὲ τὴν ἐρευνητική μου ὁμάδα τὰ τελευταῖα χρόνια κάναμε ἕνα ἀκόμη σπουδαῖο βῆμα πρὸς τὴν κατεύθυνση αὐτή, δηλαδὴ χρήση ἠπιώτερων μεθόδων ἐπεξεργασίας μὲ αὐξημένη μικροβιακὴ σταθερότητα καὶ ἀσφάλεια. Ἔτσι χρησιμοποιώντας εἰδικοὺς πειραματισμοὺς (multifactorial) κατορθώσαμε νὰ προσδιορίσουμε μαθηματικὰ τὴν πιθανότητα ἀναπτύξεως ἢ ἐπιβιώσεως παθογόνων Μ.Ο., ὅταν γνωρίζαμε ὁρισμένα χαρακτηριστικὰ τῶν προϊόντων. Ἡ ἐξίσωση ποὺ ἀκολουθεῖ προσδιορίζει τὸν βαθμὸ ἀναπτύξεως τῶν σταφυλοκόκκων σὲ σαλάμι ἀέρος τύπου Ἰταλίας, ἕνα προϊὸν μέσης ὑγρασίας (24,44).

$\Sigma\tau\alpha\varphi_n = \alpha+\beta_1(\Sigma\tau\alpha\varphi_0)+\beta_2(\eta)+\beta_3(K)+\beta_4(pH_0)+\beta_5(pH_0).(K)+\beta_6(H)(K)$ ὅπου

$\Sigma\tau\alpha\varphi_n$ = λογάριθμος ἀριθμοῦ σταφυλοκόκκων τὴν ἡμέρα τῆς ζυμώσεως τοῦ προϊόντος.

$\Sigma\tau\alpha\varphi_o$ = λογάριθμος ἀριθμοῦ σταφυλοκόκκων στὸ προϊὸν τὴν ἡμέρα τῆς παραγωγῆς.

$\beta_1\beta_2,\beta_3,\beta_4,\beta_5,\beta_6$ = regression coefficients.

η = ἡμέρα ζυμώσεως 1,2,3,15 κλπ.

pH_0 =ἀρχικὸ pH προϊόντος.

K = λογάριθμος ἀριθμοῦ γαλακτικῶν καλλιεργειῶν ποὺ προστέθηκαν στὸ προϊὸν ἑνὸς ἐργοστασίου μὲ σταθερό a_w.

Ἕνα παράδειγμα προσδιορισμοῦ τοῦ βαθμοῦ ἀναπτύξεως τῶν σταφυλοκόκκων τὶς πρῶτες 7 ἡμέρες τῆς ζυμώσεως σὲ σαλάμια δύο ἐργοστασίων μὲ διαφορετικὸ pH καὶ γαλακτικὴ καλλιέργεια δίνεται στὸν πίνακα 2(44). Στὸ παράδειγμα αὐτὸ γίνεται φανερὸ ὅτι ἐὰν ἔχουμε ἕνα προκαθορισμένο μέγιστο ἀνεκτὸ ἀριθμὸ σταφυλοκόκκων στὸ προϊὸν τότε μὲ ἀλλαγὴ στὴν ἀρχικὴ σύνθεση τοῦ προϊόντος μποροῦμε νὰ πετύχουμε ἔλεγχο τῆς ἀναπτύξεως τοῦ Μ.Ο.

σὲ ἀνεκτὰ ἐπίπεδα. Τὰ πειράματα αὐτοῦ τοῦ εἴδους ἔχουν ἐπεκταθεῖ καὶ στὸν προσδιορισμὸ πιθανότητας ἀναπτύξεως ἄλλων παθογόνων, ὅπως οἱ σαλμονέλλες, **C. botulinum, C. perfringens,** καὶ **B. cereus** (22,23,51,66).

Στὴν ἀνασκόπηση αὐτὴ τῆς σημασίας τοῦ a_w στὴν ὑγιεινὴ καὶ συντήρηση τῶν τροφίμων προσπάθησα νὰ παρουσιάσω σύντομα τὶς βασικὲς ἀρχὲς σὲ συνδυασμὸ μὲ τὴν πρακτική τους ἐφαρμογὴ στὴν ρουτίνα τῆς ἐπιστήμης τῶν τροφίμων. Ἡ μεθοδολογία μετρήσεως τοῦ a_w στὶς τροφὲς δὲν συζητήθηκε σκόπιμα γιὰ νὰ μὴν ἐπεκταθεῖ ἡ ἐργασία αὐτή. Γιὰ περισσότερες πληροφορίες ὁ ἀναγνώστης μπορεῖ νὰ συμβουλευθεῖ τὴν βιβλιογραφία καὶ ἰδίως τὶς πηγὲς 1, 12, 15, 23, 36, 37, 64 καὶ 65.

Πίνακας 2

Ἐπίδραση τῶν ἀλλαγῶν τοῦ ἀρχικοῦ pH καὶ μεγέθους τῆς γαλακτικῆς καλλιεργείας στὴν κρεατομάζα ἀλλαντικοῦ ἀέρος τύπου Ἰταλίας (Η.Π.Α) ἐπὶ τοῦ μεγίστου βαθμοῦ ἀναπτύξεως σταφυλοκόκκων κατὰ τὴ διάρκεια τῶν πρώτων ἑπτὰ ἡμερῶν τῆς ζυμώσεως τοῦ προϊόντος σὲ δύο διαφορετικὰ ἐργοστάσια (44).

Ἀριθμὸς γαλακτικῆς καλλιέργειας	Ἐργοστάσιο Ἀρχικὸ 6.1	A pH 5.7	Ἐργοστάσιο Ἀρχικὸ 6.1	B pH 5.7
10^4	6.35*	5.03	6.86	5.32
10^5	5.88	4.68	6.32	4.83
10^6	5.48	4.33	5.74	4.33

* Λογάριθμος τοῦ ἀριθμοῦ τῶν σταφυλοκόκκων. Οἱ ὑπολογισμοὶ βασίστηκαν σὲ ἐξισώσεις ποὺ ἀναπτύξαμε καὶ μὲ τὸ δεδομένο ὅτι ὁ μέγιστος ἀρχικὸς ἀριθμὸς τῶν σταφυλοκόκκων ἦταν 7×10^4/g.
Αὐτὸς ὁ ἀριθμὸς εἶναι ὁ μεγαλύτερος ποὺ διαπιστώθηκε στὴν κρεατομάζα κατὰ τὴ διάρκεια 4 ἐτῶν παρακολουθήσεως τῆς παραγωγῆς στὰ δύο ἐργοστάσια.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Anellis, A. et al. 1965. Appl. Microbiol. 13:37.
2. Bacon, C.W. et al. 1973. Appl. Microbiol. 26:155
3. Baird-Parker, A. Cand, B. Freame 1967. J. Appl. Bacteriol. 30:420
4. Beuchat L.R. 1975. J. Milk Food Technol. 38:476.
5. Brockmann, M.C. 1970. Food Technol. 24:60
6. Christian, J.H.B. 1963. Recent Adv. Food Sci. 3:248.
7. Christian, J.H.B. 1980. In «Microbiol. Ecology of Foods» (ICMSF eds), p. 70, Vol 1. Academic Press, New York.
8. Christian, J.H.B., and W.J. Scott. 1953. Aust. J. Biol Sci. 6:555

9. Christian, J.H.B and J. Waltho 1962. V. Appl. Bacteriol. 25:369
10. Corry, JEL. 1974. J. Appl. Bacteriol. 37:31
11. Covert, D. and Woodburn. 1972. Appl. Microbiol 23:321
12. Davies, et al. (eds) 1976. Internediate Moisture Foods. Applied Science Publishers, London.
13. Diener, U.L. and N.D. Davies. 1967. J. Amer. Oil Chem Soc. 44:259.
14. Doyle, M.P. 1981. J. Food Protection 44:480.
15. Duckworth, R.B. ed. 1975 Water Relations in Foods. Academic Press, New York.
16. Elliot, P.R. and D.H. Michener. 1965. Agr. Res. Serv. USDA, Tech. Bull. 1320.
17. Genigeorgis, C. 1978. Proc. Meat Proc. Conf. p. 21 Univ. Calif. Davis.
18. Genigeorgis, C and W.W. Sadler. 1966. J. Bacteriol. 92:1383
19. Genigeorgis, C. et al. 1969. J. Food Sci. 36:62
20. Genigeorgis, C et al. 1971. Apl. Microbiol. 21:862
21. Genigeorgis, C et al. 1971. Appl. Microbiol. 21:934.
22. Genigeorgis, C et al. 1977. Proc. Symp. World Assoc. Vet. Food Hyg. 7th. Vol I p. 269.
23. Genigeorgis, C and H. Riemann 1979. In «Food-borne inflections and Intoxications» (H. Riemann and F. Bryan eds) p. 613, Academic Press, New York.
24. Genigeorgis, C et al. 1980. Proc. World Cong. Food borne Infections and Intoxications 1st. In Press.
25. Gough, B.J and J.A. Alford. 1965. J. Food Sci. 30:1025.
26. Heidelbaugh, N.D. et al. 1968. Food Technol 22:120.
27. Hsieh, F. et al. 1975. Lebensm-Wiss U. Technol. 8:78.
28. Ingram, M and B. M.Mackey. 1976 In «Inhibition and Inactivation of Vegetative Microbes». (F.A Skinner and W.B. Hugoeds) p. 111, Academic Press, New York.
29. Kang, C.K et al. 1969. Appl. Microbiol. 18:798.
30. Kaplow, M. 1970. Food Technol. 24:889.
31. Karel, M. 1973. CRC, Crit. Revs. Food Technol, 3:329.
32. Labuza, T.P. et al. 1972. J. Food Sci. 37:160.
33. Labuza, T.P. 1972. J. Food Sci. 37:154.
34. Leistner L. 1978. Fleischwirtschaft. 8:2008
35. Leistner, L. and S. Karan-Djurdjic 1970. Fleischwirtschaft 50:1547.
36. Leistner, L and W. Rödel 1976. In «Inhibition and Inactivation of Vegetative Microbes» (F.A. Skinner and W.B. Hugoeds) p. 219. Academic Press, New York.
37. Leistner, L. et al. 1978. Inter. Symp. on Properties of Water in Relation to Food Quality and Stability. 2nd Osaka, Japan.
38. Leistner, L. et al. 1979. Fleischwirtschaft. 59:1313.
39. Lötzsch, R. and L. Leistner 1977. Proc. Europ. Congr. Meat Res. Work. 24th, Moskow.

40. Marshal, B.J et al. 1974. CSIRO Aust. Div. Food Res., Tech pap. No 39, p.1
41. Mc Kercher, P.D. et al. 1974. Proc. Annu. Meet. U.S. Anim. Health Assoc. 78th. p. 213.
42. Matches, J.R. and Liston, J. 1972, J. Milk Food Technol. 35:39.
43. Mazur, P. 1966. In «Cryobiology» (M.T. Meryman, ed) p. 214. Academic Press, London.
44. Metaxopoulos, J. et al. 1981. Appl. Env. Microbiol. In Press.
45. Molin, N. and B.G. Snygg. 1967. Appl. Microbiol. 15:1422.
46. Murrell W.G and W.J. Scott. 1966. J. Gen. Microbiol.
47. Nderu, F. and C. Genigeorgis 1975. Proc. World Vet. Congr. 20th 1974 p. 812.
48. Ohye, D.R., and J.H.B. Christian 1967. In «Botulism 1966» (M. Ingram and T.A. Roberts eds) p. 117, Chapman and Hall, London.
49. Pedersen H.O. 1958. Proc. Inter. Symp. Microbiol. 2nd 1957, p. 289.
50. Plitman, M et al. 1973. J. Food Sci. 38:1004.
51. Raevuori, M. and C. Genigeorgis. 1975. Appl. Microbiol 29:152.
52. Riemann, H. et al. 1972. J. Milk Food Technol. 35:514.
53. Scott, W.J. 1957. Adv. Food Res. 7:83.
54. Scott, W.J. 1958. J. Gen. Microbiol. 19:624.
55. Scith, L.D.S. 1971. Proc. SOS/70. In Congr. Food Sci. Technol. 3rd 1970 p. 661.
56. Sofos, J.N. 1979. J. Food Protection 42:739.
57. Sofos, N.N. 1980. Food Technol. 34 (5):244.
58. Stern, N.V. and M.D. Pierson 1979. J. Food Sci. 44:1736.
59. Strange, R.E. and C.S. Cox. 1976. In «The Survival of Vegetative Microbe» (T.R.G. Gray and J.R. Postgate eds) p. 111. Cambridge University Press, London.
60. Strong, D.H et al. 1970. Appl. Microbiol 19:980.
61. Tatini, S.R. 1973. J. Milk Food Technol. 36:559.
62. Troller, J.A. 1973. J. Milk Food Technol. 36:276.
63. Troller, J.A. 1976, J.Milk Food Technol. 39:499.
64. Troller, J.A. 1980. Food Technol 34:77.
65. Troller, J.A. and J.H.B. Christian. 1978. Water Activity and Food. Academic Press, New York.
66. Yip, B. and C. Genigeorgis 1981. Proc. World Congr. Foodborne Infections and Intoxications, 1st, Berlin 1980. In Press.