

Nitrites on sensory quality of poultry meat cooked hams

J. AMBROSSIADIS (Ι. ΑΜΒΡΟΣΙΑΔΗΣ), N. SOULTOS (Ν. ΣΟΥΛΤΟΣ), K. VARELTZIS (Κ. ΒΑΡΕΛΤΖΗΣ), S. GEORGAKIS (Σ. ΓΕΩΡΓΑΚΗΣ)

doi: [10.12681/jhvms.15778](https://doi.org/10.12681/jhvms.15778)

Copyright © 2018, J AMBROSSIADIS, N SOULTOS,, K VARELTZIS, S GEORGAKIS



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

To cite this article:

AMBROSSIADIS (Ι. ΑΜΒΡΟΣΙΑΔΗΣ) J., SOULTOS (Ν. ΣΟΥΛΤΟΣ) N., VARELTZIS (Κ. ΒΑΡΕΛΤΖΗΣ) K., & GEORGAKIS (Σ. ΓΕΩΡΓΑΚΗΣ) S. (2018). Nitrites on sensory quality of poultry meat cooked hams. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 49(3), 223–229. <https://doi.org/10.12681/jhvms.15778>

Η επίδραση των νιτρωδών αλάτων στην ποιότητα προϊόντων με κρέας από στήθος κοτόπουλου

Ι. Αμβροσιάδης¹, Ν. Σούλτος², Κ. Βαρελτζής¹, Σ. Γεωργιάκης¹

ΠΕΡΙΛΗΨΗ. Μελετήθηκε η επίδραση των νιτρωδών αλάτων στα διάφορα ποιοτικά χαρακτηριστικά προϊόντων θερμικής επεξεργασίας από ολόκληρα τεμάχια κρέατος από στήθος κοτόπουλου. Εξετάστηκαν τέσσερις ομάδες δειγμάτων (Α, Β, Γ και Δ), στις οποίες, εκτός από 15% άλμης, προστέθηκαν κατά τη διάρκεια της μάλαξης τους, 0, 50, 100 και 200 ppm νιτρώδους νατρίου, αντίστοιχα. Συνολικά έγιναν 5 επαναλήψεις. Τα τελικά προϊόντα συντηρήθηκαν στους +4 °C για 8 εβδομάδες κατά τη διάρκεια των οποίων γίνονταν οι διάφορες εξετάσεις. Από τα αποτελέσματα προέκυψε, ότι ο αριθμός της ολικής μικροβιακής χλωρίδας και των οξυγαλακτικών βακτηρίων δεν επηρεάστηκε από τη συγκέντρωση των νιτρωδών αλάτων. Οι μικρές διαφορές που παρατηρήθηκαν μεταξύ των τεσσάρων ομάδων στο τέλος της 8ης εβδομάδας συντήρησης δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Στα τελικά προϊόντα, οι συγκεντρώσεις του υπολείμματος των νιτρικών και νιτρωδών αλάτων, αμέσως μετά την παραγωγή τους, αντιστοιχούσαν στο 50% περίπου της αρχικά προστιθέμενης ποσότητας. Κατά τη διάρκεια της συντήρησής τους υπό ψύξη για 8 εβδομάδες παρατηρήθηκε περαιτέρω μείωση της ποσότητάς τους έως και 75-80%. Η προσθήκη 50 και 100 ppm νιτρώδους νατρίου βελτίωσε την ένταση του κόκκινου χρώματος των προϊόντων. Αντίθετα, η αύξηση της προστιθέμενης ποσότητάς τους στα 200 ppm προκάλεσε μικρή μείωση της τιμής a*. Κατά την οργανοληπτική εξέταση οι δοκιμαστές προτίμησαν τα δείγματα Β και Γ, γιατί υπερείχαν στο χρώμα και στο άρωμα από τα άλλα.

ABSTRACT. J. Ambrossiadis, N. Soutlos, K. Vareltzis, S. Georgakakis. Nitrites on sensory quality of poultry meat cooked hams. *Bulletin of the Hellenic Veterinary Medical Society* 49(3): 223-229. At the present time, the use of nitrites and nitrates are technologically necessary in maintaining flavor, color and texture characteristics associated with and expected of certain stable food items. The effect of nitrite on sensory quality of poultry meat cooked hams was determined. Cooked hams prepared from chicken breast plus 15% brine solution. Four different batters (A, B, C and D) with 0, 50, 100 and 200 ppm nitrite were made. The samples were cooked in a water bath at 68 °C, then cooled by showering with cold water and stored in 4 °C for 8 weeks. The data clearly demonstrated that the nitrite concentration had not influenced in aerobic and lactic acid bacteria counts in the first day after production whilst, there were some unmatched variations at 8th week of analysis. The residual nitrite contents, the 1st day after production, were 50% of initial amount added. The decrease of nitrite concentration reached 75% at the end of the storage. The addition of 50 and 100 ppm sodium nitrite improved drastically the hue of the surface color whilst, 200 ppm content decreased the a* value (intense of red color) of the samples. Panelists judged B and C samples better than A and D.

Λέξεις ευρετηρίασης: Κρέας πουλερικών, νιτρώδη αλάτα, προϊόντα θερμικής επεξεργασίας από ολόκληρα τεμάχια κρέατος.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα νιτρώδη αλάτα, κυρίως του νατρίου και του καλίου, είναι απαραίτητα πρόσθετα στην τεχνολογία παραγωγής κρεατοσκευασμάτων. Η επιθυμητή δράση τους συνίσταται στη δημιουργία του τυπικού ερυθρού χρώματος και του χαρακτηριστικού αρώματος αλιπάσωσης^{1,2}, παράλληλα δε βοηθούν στην καλύτερη συντήρηση του τελικού προϊόντος, επειδή έχουν αντιμικροβιακές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες^{3,4}. Η παρουσία όμως νιτρωδών αλάτων στο έτοιμο προϊόν ενέχει τον κίνδυνο δημιουργίας νιτροζαμινών, ουσιών που θεωρούνται καρκινογόνες. Οι νιτροζαμίνες παράγονται όταν αμίνες (κυρίως 2^ο ταγείς) που προέρχονται από τις πρωτεΐνες του κρέατος αντιδρούν με τις ρίζες των

¹ Εργαστήριο Τεχνολογίας Προϊόντων Ζωικής Προελεύσεως.

² Εργαστήριο Υγιεινής Τροφίμων Ζωικής Προελεύσεως, Τομέας Υγιεινής και Τεχνολογίας Ζωικής Προελεύσεως, Τμήμα Κτηνιατρικής, Α.Π.Θ.

¹. Laboratory of Food Technology of Animal Origin.

². Laboratory of Food Hygiene of Animal Origin, Department of Food Hygiene and Food Technology of Animal Origin, Faculty of Veterinary Medicine, Aristotle University of Thessaloniki

νιτρωδών⁷. Έχει αποδειχθεί δε⁸⁻¹⁰, ότι υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ των νιτρωδών αλάτων που παραμένουν στο τελικό προϊόν και αυτής των νιτροζαμινών. Είναι προφανές, ότι η μείωση της ποσότητας των "υπολειμματικών νιτρωδών" στα έτοιμα κρεατοσκευάσματα πρέπει να αποτελεί πρώτη επιδίωξη τόσο των παραγωγών όσο και των διαφόρων φορέων που εμπλέκονται σε θέματα δημόσιας υγείας. Για το σκοπό αυτό σε πολλές χώρες, όπως για παράδειγμα στη Γερμανία, η ποσότητα των νιτρωδών αλάτων που επιτρέπεται να προστίθενται σε κρεατοσκευάσματα θερμικής επεξεργασίας, μειώθηκε κατά 40%¹¹. Για τη δημιουργία του ερυθρού χρώματος των αλλαντικών, τα νιτρώδη ανάγονται σε μονοξείδιο του αζώτου (NO) το οποίο ενώνεται με τη μυοσφαιρίνη του μυϊκού ιστού και αποδίδεται η νιτροζομυοσφαιρίνη, που στη συνέχεια με τη θέρμανση μετατρέπεται στη σταθερή (με την έννοια της χαμηλής διαλυτότητας) χρωστική νιτροζομοχρωμογόνο. Σε προϊόντα που παράγονται από κρέας που είναι φτωχό σε μυοσφαιρίνη θα απαιτηθεί προφανώς μικρότερη ποσότητα νιτρωδών για τη δημιουργία του χρώματος. Τέτοια είναι και αυτά που παράγονται από στήθος κοτόπουλου ή γαλοπούλας, η περιεκτικότητα του οποίου σε μυοσφαιρίνη είναι κατά πολύ μικρότερη από εκείνη των ερυθρών κρεάτων και κυμαίνεται από 20-180 mg/100 g κρέατος¹². Επομένως στα προϊόντα αυτά, η ποσότητα νιτρωδών αλάτων που προστίθεται θα πρέπει να μειωθεί δραστικά, ώστε να ελαττωθεί και ο κίνδυνος ύπαρξης μεγάλων ποσοτήτων "υπολειμματικών νιτρωδών" στο τελικό προϊόν. Η ανάγκη αυτή γίνεται ακόμη πιο επιτακτική από τη μεγάλη απήχηση που βρίσκουν τα τελευταία χρόνια τα προϊόντα αυτά στις προτιμήσεις των καταναλωτών.

Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν να διερευνηθεί η δυνατότητα μείωσης της ποσότητας των νιτρωδών αλάτων που προστίθενται σε προϊόντα που παράγονται από ολόκληρα τεμάχια στήθους κοτόπουλου και τα οποία υφίστανται θερμική επεξεργασία. Μελετήθηκαν οι επιπτώσεις που θα είχε η μείωση αυτή τόσο στα φυσικοχημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος, όσο και στην ικανότητα συντήρησής του κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες ψύξης.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Για την παραγωγή των πειραματικών προϊόντων χρησιμοποιήθηκαν στήθη χωρίς δέρμα από κοτόπουλα που είχαν σφαγεί 24 hr πριν από την έναρξη των πειραματισμών. Ποσότητα 10 Kg κρέατος μεταφερόταν με ψύξη στο Εργαστήριο Τεχνολογίας Τροφίμων του τμήματος Κτηνιατρικής και φυλασσόταν σε ψυγείο +2 °C έως την περαιτέρω επεξεργασία του. Στο κατάλληλα προετοιμασμένο κρέας (αφαίρεση μικροτεμαχίων δέρματος και λίπους) γινόταν προσθήκη άλμης σε ποσοστό 15% του βάρους του, στη μηχανή μάλαξης. Η άλμη περιείχε μαγειρικό αλάτι 12,5%, διφωσφορικό νάτριο 2% και 85,5% νερό. Συνολικώς παρα-

σκευάστηκαν τέσσερις ομάδες δειγμάτων : Ομάδα Α: δεν περιείχε νιτρώδη αλάτα και χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας. Ομάδα Β: περιείχε 50 ppm νιτρώδες νάτριο (extra pure No 6544, Merck, 1990/91), Γ: 100 ppm και Δ: 200 ppm. Ακολουθούσε η μάλαξη του κρέατος υπό ψύξη σε ειδική συσκευή μάλαξης (Tumbler, Fa BODICKER, mod. 4503 DISSEN T.N.) επί 3 hr (5 min μάλαξη και 15 min παύση). Η μάζα των τεμαχίων του κρέατος ετοποθετείτο σε μεταλλικούς περιέκτες των 500 γραμμαρίων, διαμέτρου 99 mm και ύψους 75 mm. Ακολουθούσε η θερμική επεξεργασία σε υδατόλουτρο στους 50 °C επί 45 min και στη συνέχεια στους 72 °C έως που η θερμοκρασία στο κέντρο θέρμανσης του προϊόντος έφθανε τους 68 °C. Ο έλεγχος της θερμοκρασίας γινόταν με τη βοήθεια καταγραφικού θερμομέτρου (ELLAB, mod. CMC 821, DENMARK), το οποίο κατέγραφε τη θερμοκρασία του κέντρου της μάζας του προϊόντος με τη βοήθεια θερμοηλεκτρικού στοιχείου. Ακολουθούσε η ψύξη των κονσερβών με κρύο νερό βρύσης έως που η θερμοκρασία του κέντρου θέρμανσης κατέβαινε στους 25 °C. Τα δείγματα συντηρούνταν σε ψυγείο στους +4 °C για 8 εβδομάδες κατά τη διάρκεια των οποίων γίνονταν οι ακόλουθες εξετάσεις.

Φυσικοχημικές εξετάσεις

Ο προσδιορισμός της τιμής του pH πραγματοποιούνταν με τη βοήθεια ηλεκτρονικού πεχαμέτρου (PORTAMESS, mod. 645, KNICK, GERMANY), σε 10 γραμμάρια δείγματος, τα οποία προηγουμένως είχαν ομοιογενοποιηθεί με 90 ml αποσταγμένου νερού. Οι μετρήσεις των δειγμάτων γίνονταν σε τριπλή σειρά.

Οι προσδιορισμοί της υγρασίας, των ολικών πρωτεϊνών και του λίπους γίνονταν σε διπλή σειρά δειγμάτων αμέσως μετά την παραγωγή του προϊόντος. Η συγκέντρωση των υπολειμματικών νιτρωδών και νιτρικών αλάτων στο έτοιμο προϊόν προσδιορίζονταν την πρώτη ημέρα και στο τέλος της 4ης και 8ης εβδομάδος της συντήρησης. Όλες οι παραπάνω εξετάσεις γίνονταν σύμφωνα με διεθνώς παραδεκτές μεθόδους¹³⁻¹⁸.

Η μέτρηση του χρώματος της επιφάνειας τομής των δειγμάτων γινόταν με τη βοήθεια τριαδικού φωτομετρικού χρωματόμετρου (HUNTER COLOUR DIFFERENCE METER, mod. 342, USA). Οι μετρήσεις γίνονταν αρχικώς σε πρόσφατη τομή του προϊόντος και επαναλαμβάνονταν στην ίδια επιφάνεια, αφού προηγουμένως αυτή είχε εκτεθεί επί 30 min στον έμμεσο ηλιακό φωτισμό. Τα αποτελέσματα εκφράζονταν σε τιμές L*, a* και b*, όπου η τιμή L* εκφράζει τη φωτεινότητα, η τιμή a* τον ερυθρό-πράσινο τόνο και η τιμή b* τον κίτρινο-γαλάζιο τόνο του δείγματος. Όσο μεγαλύτερες είναι οι τιμές L* και a* τόσο φωτεινότερο και περισσότερο κόκκινο είναι το προϊόν¹⁹.

Μικροβιολογικές εξετάσεις

Η μελέτη της ικανότητας συντήρησης των προϊόντων

Πίνακας 1. Έντυπο αξιολόγησης έτοιμων προϊόντων με τις αισθήσεις

Όνοματεπώνυμο δοκιμαστή.....		Ημερομηνία:		
Α. Βαθμολογήστε κάθε χαρακτηριστικό σύμφωνα με την παρακάτω κλίμακα				
Πολύ καλό	5 βαθμοί			
Καλό	4 βαθμοί			
Μέτριο	3 βαθμοί			
Αποδεκτό	2 βαθμοί			
Κακό	1 βαθμός			
Β. Σημειώστε τυχόν παρατηρήσεις				
Αριθμός δείγματος	Χρώμα x2	Σύσταση x3	Οσμή-Γεύση x5	Τελικός βαθμός
1				
2				
3				
4				

γίνονταν με τον προσδιορισμό της ολικής μεσόφιλης χλωρίδας, των οξυγαλακτικών βακτηρίων και των κολοβακτηριοειδών. Είναι γνωστό, πως οι ομάδες αυτές των βακτηρίων, αποτελούν τους κυριότερους μικροβιακούς δείκτες η παρουσία των οποίων πάνω από κάποια μεγέθη υποδηλώνει αλλοίωση των προϊόντων με βάση το κρέας που συντηρήθηκαν υπό ψύξη^{20,21}. Οι μετρήσεις έγιναν σύμφωνα με διεθνείς παραδεκτές μεθόδους^{22,23}.

Εξετάσεις με τις αισθήσεις.

Οι εξετάσεις της γεύσης-οσμής, του χρώματος και της σύστασης των πειραματικών προϊόντων έγιναν από ομάδα 8 δοκιμαστών, οι οποίοι προηγουμένως είχαν εκπαιδευτεί στον έλεγχο με τις αισθήσεις ανάλογων προϊόντων κρέατος. Χρησιμοποιήθηκε κλίμακα εκτίμησης 5 σημείων και έγιναν 10 επαναλήψεις. Οι δοκιμαστές ήταν υποχρεωμένοι να αξιολογήσουν το χρώμα, να οσφρανθούν και κατόπιν να γευθούν το δείγμα σημειώνοντας την εκτίμησή τους για κάθε χαρακτηριστικό, σε ειδικό έντυπο (πίνακας 1).

Στατιστική ανάλυση

Για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση της διακύμανσης (ANOVA test) και για την αξιολόγηση των επιμέρους διαφορών η δοκιμή Duncan²⁴.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από τη χημική ανάλυση των δειγμάτων των τεσσάρων ομάδων δεν προέκυψαν σημαντικές διαφορές, όπως ήταν αναμενόμενο (P>0,05) (Πίνακας 2). Αυτό οφείλεται στο γεγονός, ότι η πρώτη ύλη και η τεχνολογία παραγωγής που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι ίδιες. Το ίδιο παρατηρήθηκε και κατά τη μέτρηση της τιμής του pH, η οποία και στα τέσσερα δείγματα, αμέσως μετά την παραγωγή τους, ήταν

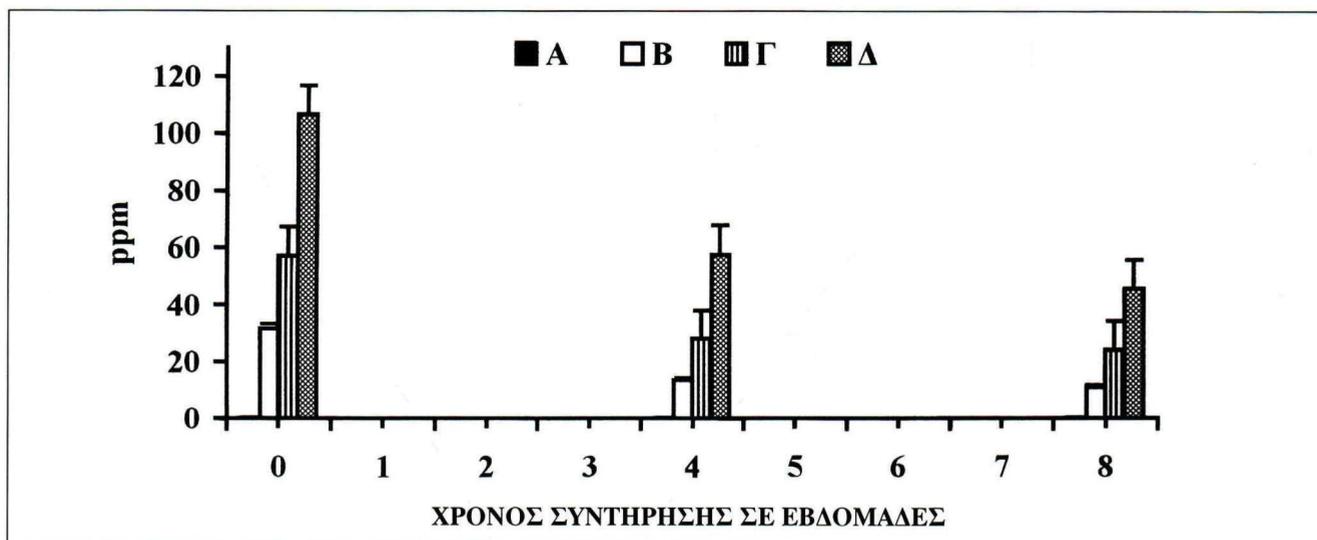
Πίνακας 2. Μέση χημική σύσταση των προϊόντων που παρασκευάστηκαν με βάση το κρέας από στήθος κοτόπουλου

Προϊόντα	Υγρασία	Λίπος	Πρωτεΐνες
A	75,50±0,4	1,70±0,3	20,30±0,7
B	75,30±0,2	1,60±0,2	20,40±0,3
Γ	75,60±0,1	1,70±0,1	20,20±0,3
Δ	76,40±0,1	1,70±0,1	20,20±0,6

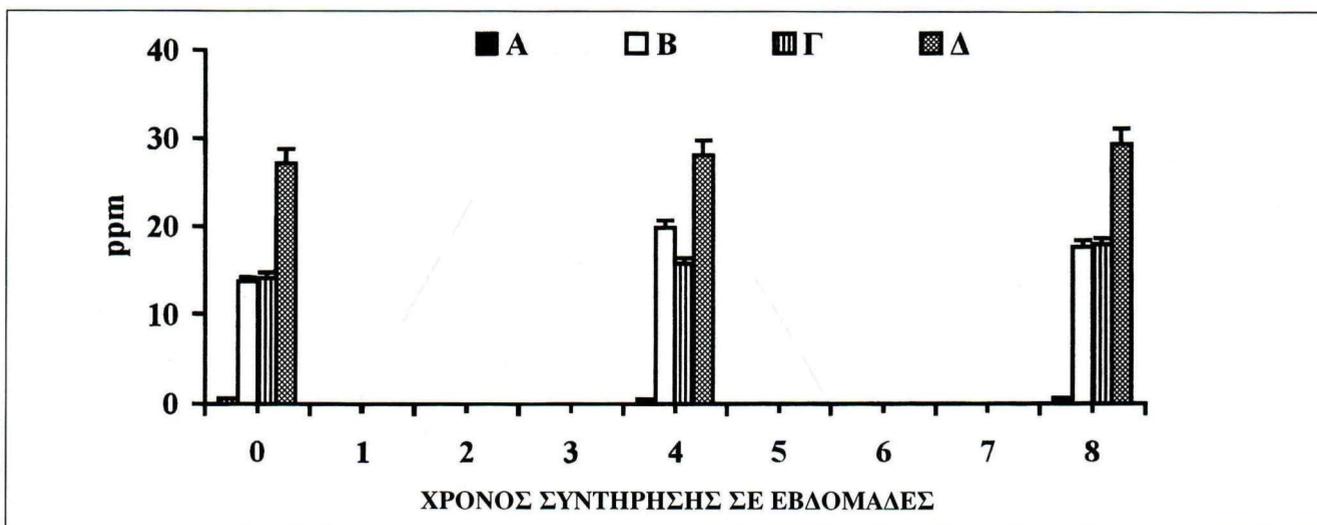
± σημαίνει τυπική απόκλιση

6,5±0,3. Τούτο δηλώνει ότι η συγκέντρωση των νιτρωδών δεν επηρεάζει την τιμή του pH. Κατά τη διάρκεια όμως της συντήρησης παρατηρήθηκε ελάχιστη πτώση της τιμής του pH του προϊόντος, η οποία πιθανόν να οφείλεται στη μικρή αύξηση του αριθμού των οξυγαλακτικών βακτηρίων. Έτσι στο τέλος της 8ης εβδομάδος η τιμή του pH του δείγματος A ήταν 6,1±0,3, του B 6,2±0,4, του Γ 6,2±0,2 και του Δ 6,3±0,4, χωρίς οι διαφορές αυτές να είναι στατιστικώς σημαντικές (P>0,05)

Στα διαγράμματα 1 και 2 φαίνονται οι μεταβολές της περιεκτικότητας των έτοιμων προϊόντων κατά τη διάρκεια της συντήρησής τους, σε “υπολειμματικά νιτρώδη και νιτρικά άλατα”. Από τις μετρήσεις που έγιναν αμέσως μετά την παραγωγή των δειγμάτων, προέκυψε ότι οι συγκεντρώσεις των νιτρωδών αλάτων που υπήρχαν, αντιστοιχούσαν περίπου στο 50% των αρχικών ποσοτήτων που είχαν προστεθεί. Από την υπόλοιπη ποσότητα ένα μεγάλο μέρος έχει αναχθεί σε μονοξειδίο του αζώτου (NO), το οποίο αντέδρασε με τη μυοσφαιρίνη και έδωσε τη σταθερή στη θέρμανση ερυθρά χρωστική νιτροζομυοχρωμογόνο. Το υπόλοιπο μέρος των νιτρωδών οξειδώθηκε σε νιτρικά άλατα, γεγονός που εξηγεί και την παρουσία τους στα έτοιμα προϊόντα. Κατά τη συντήρηση παρατηρήθηκε σημαντική μείωση του υπολείμματος των νιτρωδών αλάτων, λόγω της συνεχιζόμενης αναγωγής τους, που έφθασε έως και 75% της αρχικώς προστιθέμενης ποσότητας. Ο ρυθ-



Διάγραμμα 1. Μεταβολή της συγκέντρωσης των νιτρωδών αλάτων στα έτοιμα προϊόντα κατά τη διάρκεια της συντήρησής τους υπό ψύξη.



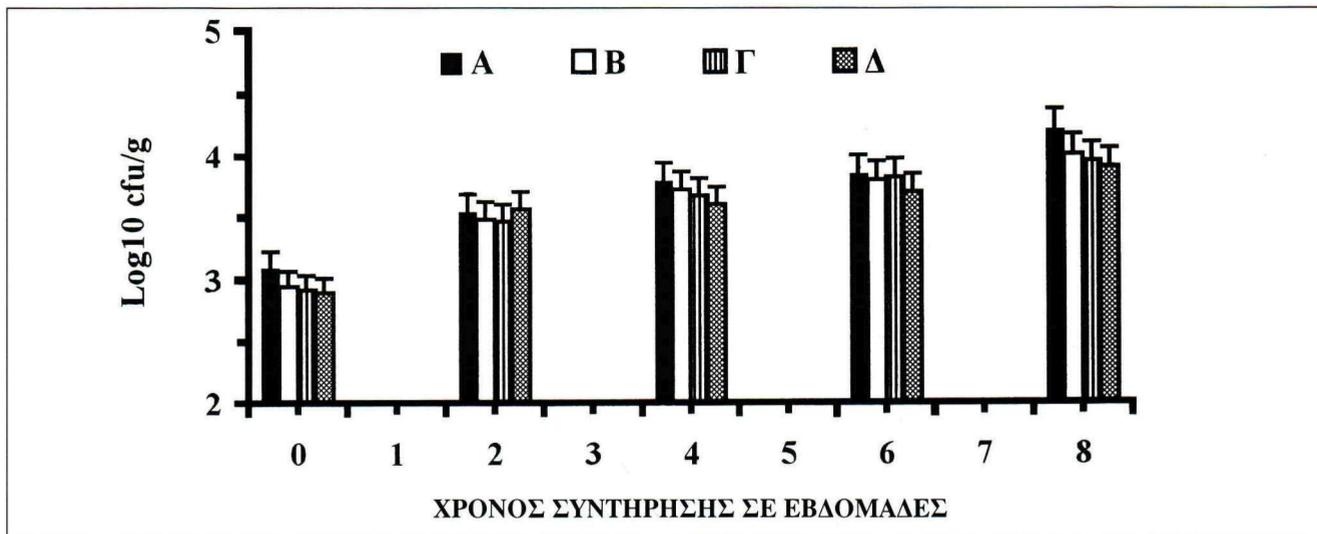
Διάγραμμα 2. Μεταβολή της συγκέντρωσης των νιτρικών αλάτων στα έτοιμα προϊόντα κατά την διάρκεια της συντήρησής τους υπό ψύξη.

μός μείωσης ήταν εντονότερος κατά τη διάρκεια των τεσσάρων πρώτων εβδομάδων της συντήρησης. Αντίθετα, η ποσότητα των υπολειμματικών νιτρικών αυξήθηκε ελαφρώς τις τέσσερες πρώτες εβδομάδες και στη συνέχεια έμεινε σχεδόν αμετάβλητη.

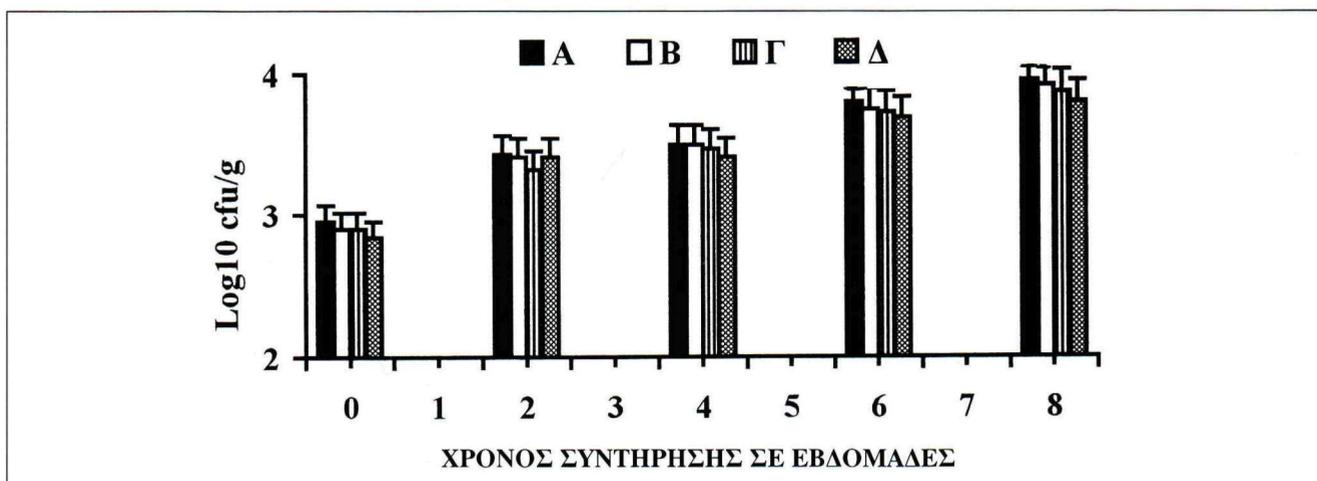
Κατά τις μικροβιολογικές εξετάσεις παρατηρήθηκε σε όλα τα δείγματα μικρή αύξηση τόσο του αριθμού της Ο.Μ.Χ. όσο και των οξυγαλακτικών βακτηρίων κατά τη διάρκεια της συντήρησής τους στους 4 °C (διάγραμμα 3 και 4). Το γεγονός ότι οι μεταβολές αυτές δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές ($P > 0,05$), δηλώνει, ότι η συγκέντρωση των νιτρωδών αλάτων δεν επηρεάζει το ρυθμό ανάπτυξης των παραπάνω βακτηρίων. Ο αριθμός των κολοβακτηριδίων αμέσως μετά την παραγωγή ήταν σε όλα τα προϊόντα

<3 MPN/g, γεγονός που υποδηλώνει ότι προφανώς η θερμική επεξεργασία τα κατέστρεψε πλήρως.

Οι τιμές L^* (φωτεινότητα) και b^* (τόνος του κίτρινου -κυανού χρώματος) των δειγμάτων δεν επηρεάστηκαν σημαντικά από την ποσότητα των νιτρωδών αλάτων ($P > 0,05$) (πίνακας 3). Σε όλα τα προϊόντα οι τιμές αυτές κυμάνθηκαν από $68,82 \pm 2,2$ έως $69,50 \pm 1,5$ και $12,2 \pm 0,7$ έως $12,6 \pm 0,6$ αντίστοιχα. Η ένταση, αντίθετα, του κόκκινου χρώματος βελτιώθηκε σημαντικά με την προσθήκη 50 και 100 ppm NaNO_2 . Η τιμή a^* από $4,9 \pm 0,8$ που ήταν στο δείγμα Α ανήλθε στο $7,1 \pm 0,8$ και $7,2 \pm 0,8$ στα δείγματα Β και Γ αντίστοιχα. Η προσθήκη 200 ppm βελτίωσε τον ερυθρό χρωματισμό των προϊόντων σε σύγκριση με το μάρτυρα. Η τιμή a^* όμως του δείγματος Δ ήταν σημαντικά μ-



Διάγραμμα 3. Μεταβολή του πληθυσμού της ολικής μεσόφιλης χλωρίδας στα έτοιμα προϊόντα κατά τη διάρκεια της συντήρησής τους υπό ψύξη.



Διάγραμμα 4. Μεταβολή του πληθυσμού των οξυγαλακτικών βακτηρίων στα έτοιμα προϊόντα κατά τη διάρκεια της συντήρησής τους υπό ψύξη.

Πίνακας 3. Μεταβολή της έντασης του χρώματος της επιφάνειας τομής των προϊόντων που παρασκευάστηκαν με βάση το κρέας από στήθος κοτόπουλου.

Προϊόντα	*L		*a		*b	
	Μέτρηση χωρίς επίδραση του φωτός	Μέτρηση με την επίδραση του φωτός	Μέτρηση χωρίς επίδραση του φωτός	Μέτρηση με την επίδραση του φωτός	Μέτρηση χωρίς επίδραση του φωτός	Μέτρηση με την επίδραση του φωτός
A	68,80±2,2a	69,10±1,4a	4,90±0,8αA	3,40±0,4αB	12,60±0,6a	12,30±0,8a
B	69,20±1,0a	69,40±1,8a	7,10±0,8βA	6,70±0,9βB	12,50±0,6a	12,40±0,6a
Γ	69,30±1,7a	69,50±1,5a	7,20±0,8βA	6,80±1,1βB	12,30±0,3a	12,20±0,3a
Δ	69,50±1,5a	69,70±1,7a	6,80±0,6γA	6,50±0,9γB	12,20±0,7a	12,40±0,7a

± σημαίνει τυπική απόκλιση

* Διαφορετικοί εκθετικοί δείκτες κατά στήλη σημαίνουν στατιστικώς σημαντική διαφορά (P < 0,05)

** Διαφορετικοί εκθετικοί δείκτες με κεφαλαία γράμματα κατά σειρά σημαίνουν στατιστικώς σημαντική διαφορά (P < 0,05)

κρότερη από τις τιμές a^* των δειγμάτων Β και Γ ($P < 0,05$). Τούτο οφείλεται πιθανόν στο γεγονός, ότι η αναγωγή μιας σημαντικά μεγαλύτερης ποσότητας νιτροδών στο συγκεκριμένο δείγμα προκάλεσε οξειδωση ενός μέρους της μυοσφαιρίνης σε μεταμυοσφαιρίνη, μειώνοντας έτσι την ένταση του ερυθρού χρώματος στο τελικό προϊόν²⁵. Σε όλα τα προϊόντα, τέλος, παρατηρήθηκε το ίδιο ποσοστό μείωσης της τιμής a^* μετά από την έκθεσή τους στο φως της ημέρας (στις 10:00 π.μ. για 30 min χωρίς να υπάρχει άμεση πρόσπτωση των ηλιακών ακτινών στα δείγματα). Συνεπώς η ικανότητα συγκράτησης του χρώματος δεν επηρεάστηκε από την ποσότητα των νιτροδών αλάτων. Η σημαντική αυτή μείωση της έντασης του ερυθρού χρώματος οφείλεται στην απομάκρυνση του οξειδίου του αζώτου από τη μυοσφαιρίνη και στην οξειδωση του μονοξειδίου του αζώτου και της μυοσφαιρίνης με την παρουσία φωτός και οξυγόνου²⁶.

Κατά την εξέταση με τις αισθήσεις (πίνακας 4) διαπιστώθηκε, ότι τα πειραματικά προϊόντα υπερέιχαν σημαντικά στην ένταση του ερυθρού χρώματος και στην οσμή και γεύση από το μάρτυρα ($P < 0,05$). Η προσθήκη διαφορετικών ποσοτήτων νιτροδών νατρίου δεν επηρέασε ουσιαστικά τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά. Παρά το γεγονός, ότι τα προϊόντα της ομάδας Γ αξιολογήθηκαν ελαφρώς καλύτερα, οι διαφορές τους από εκείνα των ομάδων Β και Δ δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές ($P > 0,05$).

Από τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής διαπιστώνεται ότι προϊόντα θερμικής επεξεργασίας από ολόκληρα τεμάχια κρέατος από στήθος κοτόπουλου μπορούν να παρασκευασθούν ακόμη και με το 25% της επιτρεπόμενης, από τον Ελληνικό Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, ποσότητας νιτροδών αλάτων, χωρίς να επηρεασθούν οι φυσικοχημικές και οργανοληπτικές τους ιδιότητες. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν και με τα συμπεράσματα άλλων ερευνητών^{27,28}, οι οποίοι διαπίστωσαν ότι ακόμη και σε προϊόντα που παρασκευάζονται από ερυθρά κρέατα, η προσθήκη 50 ppm νιτροδών νατρίου είναι επαρκής για τη δημιουργία του τυπικού ερυθρού χρώματος και του αρώματος της αλιπάσωσης. Επομένως, σε παστεριωμένα προϊόντα από κρέας κοτόπουλου και γαλοπούλας, λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας της πρώτης ύλης σε μυοσφαιρίνη, η μείωση της ποσότητας των νιτροδών αλάτων που προστίθενται κατά την παραγωγή τους είναι επιβεβλημένη. Μόνο με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατή η μείωση της "υπολειμματικής ποσότητας" των νιτροδών και νιτρικών αλάτων και η αποφυγή του κινδύνου σχηματισμού νιτροζαμινών τόσο *in vivo* όσο και *in vitro*²⁹.

Ταυτόχρονα οι μικροβιολογικές εξετάσεις έδειξαν ότι τα προϊόντα στο σύνολό τους και ανεξάρτητα από την ποσότητα των νιτροδών που χρησιμοποιήθηκαν δεν παρουσίασαν προβλήματα συντήρησης. Ο συνδυασμός της επίδρασης διαφόρων φυσικών μέσων, όπως της θερμικής

Πίνακας 4. Αξιολόγηση χρώματος, σύστασης και οσμής - γεύσης κατά την εξέταση με τις αισθήσεις των προϊόντων που παρασκευάστηκαν με βάση το κρέας από στήθος κοτόπουλου.

Προϊόντα	Χρώμα	Σύσταση	Οσμή-Γεύση
A	2,1 ± 1,3 ^a	2,7 ± 0,6 ^a	2,7 ± 0,9 ^a
B	3,7 ± 0,9 ^b	2,8 ± 0,5 ^a	3,6 ± 0,6 ^b
Γ	3,8 ± 0,5 ^b	3,0 ± 0,7 ^a	3,7 ± 0,7 ^b
Δ	3,6 ± 0,5 ^b	2,8 ± 0,5 ^a	3,5 ± 0,4 ^b

± σημαίνει τυπική απόκλιση

Διαφορετικοί εκθετικοί δείκτες κατά στήλη σημαίνουν στατιστικώς σημαντική διαφορά ($P < 0,05$)

επεξεργασίας και της χαμηλής θερμοκρασίας συντήρησης, προκάλεσε την καταστροφή του μεγαλύτερου μέρους των βλαστικών μορφών των μικροοργανισμών και ανέστειλε δραστικά την ανάπτυξη όσων επέζησαν. Η ασφάλεια των προϊόντων αυτών, για την οποία, ως γνωστόν, τα νιτροδών παίζουν σημαντικό ρόλο αναστέλλοντας την ανάπτυξη του *C. botulinum*³⁰⁻³² μπορεί να επιτευχθεί με τη χαμηλή θερμοκρασία συντήρησης σε συνδυασμό πάντοτε με μικρή ποσότητα νιτροδών αλάτων³³. Άλλωστε με τους ίδιους τρόπους αντιμετωπίζεται το πρόβλημα αυτό στα "λευκά κρεατοσκευάσματα", τα οποία δεν περιέχουν νιτρικά και νιτροδών αλάτα³³.

Ως συμπέρασμα μπορεί να λεχθεί, ότι η μείωση της ποσότητας νιτροδών αλάτων στα προϊόντα που εξετάστηκαν στο 50% της ποσότητας που επιτρέπεται από τον Ελληνικό Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, όχι μόνο δεν επηρέασε αρνητικά τη δυνατότητα συντήρησής τους, αλλά, αντιθέτως, βελτίωσε σημαντικά τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά (χρώμα και άρωμα). Ακόμη περισσότερο τα προϊόντα αυτά είναι υγιεινότερα από την άποψη ότι μειώθηκε σημαντικά η ποσότητα, των επικινδύνων για τη δημόσια υγεία, υπολειμματικών νιτρικών και νιτροδών αλάτων που περιέχουν.

Από όλα τα παραπάνω αποδεικνύεται ότι η ποσότητα των νιτροδών αλάτων που απαιτείται για την παρασκευή προϊόντων από στήθος κοτόπουλου ή γαλοπούλας είναι πολύ μικρότερη από αυτή που χρησιμοποιείται σε ανάλογα προϊόντα από βόειο και χοίρειο κρέας. Η πραγματικότητα αυτή επιβάλλει την άμεση αλλαγή της σχετικής νομοθεσίας, ώστε η ποσότητα των νιτροδών αλάτων που επιτρέπεται να προστίθεται στα προϊόντα αυτά να μην υπερβαίνει τα 100 ppm. Είναι προφανές, ότι η ρύθμιση αυτή λειτουργεί υπέρ του καταναλωτή και υπέρ της προστασίας της δημόσιας υγείας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Cassens RG, Greaser ML, Ito T, Lee M. Reaction of nitrite in meat. *Food Technol* 1979, 33 : 46 - 48
2. Wirth F. Curing : Color formation and color retention in

- frankfurter type sausages. *Fleischwirtsch* 1987, 2 : 3-9
3. Kanner J. S-nitrosocysteine (RSNO), an effective antioxidant in cured meat. *J Am. Oil Chem. Soc* 1979, 56 : 74- 77
 4. Perigo IA, Roberts TA. Inhibition of clostridia by nitrite. *J Fd Technol* 1968, 3 : 9194
 5. Roberts TA. The microbial role of nitrite and nitrate. *J Sci Fd Agric* 1975, 26 :1755- 1760
 6. Asplung K, Nurmi E, Hirn J, Hirvi T, Hill P. Survival of *Yersinia enterocolitica* in fermented sausages manufactured with different levels of nitrite and different starter cultures. *J Fd Protect* 1993, 56 : 710-711
 7. Ζούλφος Κ. Νιτρώδη, νιτρώδη άλατα. Ο ρόλος τους στην τεχνολογία του κρέατος. *Γεωτεχνικά*, 1985. Τεύχος 3: 37-49.
 8. Sofos J, Roharjo P. Curing againts. In: *Handbook of Toxicology*. 3rd ed, Marcel Dekker, New York, 1993 : 357 - 401
 9. Paendl O, Fischer A, Schmidhofer T, Sinell H-J. Toxikologische Aspekte der Poekelung. In : *Fleisch, Technologie und Hygiene der Gewinnung und Verarbeitung*. Verlag Eugen Ulmer, 1988:355-357.
 10. Sinell H-J. Poekelung, Toxische Wirkungen und gesetzliche Regelungen. In: *Einfuehrung in die Lebensmittelhygiene*. Verlag Ppav1 Parey, Berlin und Hamburg, 1980:139-140.
 11. Leistner L. Neue Nitrit-Verordnung der Bundesrepublik Deutschland. *Die Fleischwirtsch* 1981, 61 : 338-346
 12. Ockerman HW. Chemistry of muscle and major organs. In : *Meat Hygiene*. 4th ed, Lea and Febiger, Philadelphia, 1975:232 - 243
 13. International Standard. Meat and meat products. Determination of moisture content. ISO 1442, 1973 : 04 - 15
 14. International standard. Meat and meat products. Determination of nitrogen content. ISO 937, 1978 : 12 - 15
 15. International standard. Meat and meat products. Determination of total fat content. ISO 1443, 1973 : 04- 15
 16. International standard. Meat and meat products. Determination of nitrite content. ISO 2918, 1975 : 09- 01
 17. Konienko E. Nitrate in meat product. In : *Handbook for meat chemists*. 2nd ed, Avery Publishing Group Inc, Wayne New Jersey, 1979 : 26 -27
 18. Zoulfos K. Zur Herstellung und Lagerung von rohen Spaltschinken. *Diss. Med. Vet. Muenchen* 1982.
 19. Stiebing A, Klettner P-G. Beitrag zur Bestimmung der Farbe bei Fleisch und Fleischerzeugnissen. II. Praktische Erfahrungen mit dem Elrephomat DFC 5. *Fleischwirtsch*. 1980, 60: 2179-2183
 20. Ambrociadis I, Georgakis S. Zur Mindesthaltbarkeit Vakkumverpackter griechischer Aufschnittwaren. *Fleischwirtsch*. 1993, 73 : 952-965.
 21. Silla H. Haltbarkeit gepoekelter, gekochter und aufgeschnittener Fleischprodukte. II. Einfluss von Laktobazillen. *Fleischwirtsch*. 1985, 65 : 205-208.
 22. Brazis AR, Clark WS, Sandine W. Standard Plate Count Method. In : *Standard methods for the examination of dairy products*. 13th ed, American Public Health Association, New York, Washington DC, 1972 : 71 - 87
 23. Μάντης Α, Καρράϊωάννογλου Πρ. Οξυγαλακτικά βακτήρια. Στο: *Εργαστηριακή Μικροβιολογία Τροφίμων*. 1η εκδ, Θεσσαλονίκη, 1980 : 34- 41
 24. Κάτος Α. Ανάλυση διακυμάνσεως. Στο : *Στατιστική*. 1η εκδ, Εγνατία, Θεσσαλονίκη, 1984 : 285 - 425
 25. Αμβροσιάδης Ι. Επίδραση του τεμαχισμού υπό κενό στη δημιουργία του κόκκινου χρώματος των βρασιτών αλλαντικών. *Πρακτικά δεύτερου πανελληνίου συνεδρίου επιστήμης και τεχνολογίας τροφίμων*. Αθήνα 1988 :361-368.
 26. Fox JB, Ackerman SA. Formation of nitric oxide myoglobin: Mechanism of the reaction with various reductants. *J Fd Sci* 1968, 33 : 363 - 365
 27. Wirth F. Welche Konsequenzen hat ein Verbot oder eine Reduzierung des Zusatzes von Nitrat und Nitritpoekelsalz zu Fleischerzeugnissen? Aus technologischer Sicht. *Die Fleischwirtsch* 1973, 53 : 126 - 128
 28. Mirna A. Welche Konsequenzen hat ein Verbot oder eine Reduzierung des Zusatzes von Nitrat und Nitritpoekelsalz zu Fleischerzeugnissen? Aus chemischer Sicht. *Fleischwirtsch* 1973, 53 : 129 - 132
 29. Lee SH, Cassens RG, Winder WC, Fennema OR. Factors affecting the formation of nitrate from added nitrite in model systems and cured meat products. *J Fd Sci* 1978, 43: 643 - 648.
 30. Lee SH, Cassens RG, Sugiyama H. Factors affecting inhibition of *Clostridium botulinum* in cured meat products. *J Fd Sci* 1978, 43 : 1371 - 1374
 31. Sofos JN, Busta FF, Bhothipaska K, Allen CE. Sodium nitrite and sorbic acid effects on *Clostridium botulinum* toxin formation in chicken frankfurter-type emulsions. *J Fd Sci* 1979, 44 : 668 - 672
 32. Benedict RC. Biochemical basis for nitrite inhibition of *Clostridium botulinum* in cured meat. *J Fd Protect* 1980, 43: 877 - 891
 33. Luecke FK, Leistner L. Temperatur-anforderungen an Fleischerzeugnisse mit vermindertem Nitritgehalt. *Die Fleischerei* 1979, 30 : 692 - 694