ePublishing

Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society

Vol 52, No 1 (2001)

Storage stability of vacuum-packaged hotsmoked Rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) fillets: organoleptic, biochemical and microbiological aspects.

A. ELEFTHERIADOU (Α. ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΟΥ), I. AMBROSIADIS (Ι. ΑΜΒΡΟΣΙΑΔΗΣ), K. VARELTZIS (Κ. ΒΑΡΕΛΤΖΗΣ), S. GEORGAKIS (ΣΠ. ΓΕΩΡΓΑΚΗΣ)

doi: 10.12681/jhvms.15408

Copyright © 2018, A ELEFTHERIADOU, I AMBROSIADIS, K VARELTZIS, S GEORGAKIS

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

To cite this article:

ELEFTHERIADOU (Α. ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΟΥ) A., AMBROSIADIS (Ι. ΑΜΒΡΟΣΙΑΔΗΣ) I., VARELTZIS (Κ. ΒΑΡΕΛΤΖΗΣ) K., & GEORGAKIS (ΣΠ. ΓΕΩΡΓΑΚΗΣ) S. (2018). Storage stability of vacuum-packaged hotsmoked Rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) fillets: organoleptic, biochemical and microbiological aspects. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, *52*(1), 58–64. https://doi.org/10.12681/jhvms.15408

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 26/01/2026 08:14:34

ΔΕΛΤΙΟΝ ΕΛΛ. ΚΤΗΝ. ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ 2001, 52(1): 58-64

Μεταβολή των βιοχημικών και μικροβιολογικών χαρακτηριστικών κατά τη συντήρηση καπνιστών φιλέτων πέστροφας (*Oncorhynchus mykiss*) υπό κενό

Α. Ελευθεριάδου[1], Ι. Αμβροσιάδης[2], Κ. Βαρελτζής[2] και Σπ. Γεωργάκης[2]

ΠΕΡΙΛΗΨΗ. Η ερευνητική αυτή εργασία είχε ως σκοπό τη διερεύνηση ορισμένων προβλημάτων που προκύπτουν κατά την παραγωγή και συντήρηση καπνιστών φιλέτων πέστροφας (Oncorhynchus mykiss) και σχετίζονται με τα οργανοληπτικά, βιοχημικά και μικροβιολογικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος. Μετά την παρασκευή των φιλέτων με και χωρίς δέρμα, ακολουθούσε η αλάτιση και η κάπνισή τους κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες. Στη συνέχεια τα προϊόντα αυτά συσκευάζονταν υπό κενό και συντηρούνταν για 120 ημέρες στους 2°C. Οι εξετάσεις, εκτός από αυτές της πρώτης ημέρας, που χαρακτηρίστηκε ως μηδενική, επαναλήφθηκαν την 45η, 75η και 120η ημέρα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν, μεταξύ των φιλέτων με δέρμα και χωρίς δέρμα δεν παρατηρήθηκε καμιά διαφορά τόσο στα οργανοληπτικά όσο και στα βιοχημικά και μικροβιολογικά χαρακτηριστικά τους. Η τιμή του pH από 6,1 που ήταν την 0η ημέρα έπεσε στο 5,95 την 120η. Σημαντική μείωση αντίθετα παρατηρήθηκε στη συγκέντρωση του νιτρώδους νατρίου από 34 ppm σε 10 ppm στο ίδιο χρονικό διάστημα. Η συγκέντρωση του ολικού πτητικού αζώτου δεν ξεπέρασε τα 25 mg/100g σάρκας καθ' όλη τη διάρκεια της συντήρησης. Αντίθετα, παρατηρήθηκε αύξηση της συγκέντρωσης της μαλοναλδεΰδης, η οποία από 0,6 mg/Kg που ήταν την 0η ημέρα, έφθασε τα 2,0 mg/Kg σάρκας την 120η. Τέλος, διαπιστώθηκε μια μικρή αύξηση του αριθμού της ΟΜΧ, των ψυχρόφιλων και οξυγαλακτικών βακτηρίων, η οποία όμως επηρέασε ελάχιστα τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των τελικών προϊόντων.

Λέξεις ευρετηρίασης: Καπνιστή πέστροφα, συντήρηση, οξείδωση λιπαρών οξέων

ABSTRACT. Eleftheriadou A, Ambrosiadis I, Vareltzis K, Georgakis Sp. Storage stability of vacuum-packaged hot-smoked Rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) fillets: organoleptic, biochemical and microbiological aspects. *Bulletin of the Hellenic Veterinary Medical Society 2001, 52(1):58-64.* **The aim of this research was to investigate some problems related to Rainbow trout's (Oncorhynchus mykiss) hot-smoking process as well as the quality evaluation of the final product. The skin-on and skin-off fillets were hot-smoked and kept in vacuum-packed storage at 2°C±0,1. Organoleptic, biochemical and microbiological analyses were carried out during 120 days of storage. The taste panel assessors were asked to score the smoke intensity, the saltiness, the juiciness and the overall acceptability of the smoked samples. Generally speaking thoughout the study period of organoleptic analyses considerable changes were not observed. The total volatile nitrogen (TVN) content remained lower than 25 mg/Kg smoked fish, till the 120th day of storage. An increase of the malonaldehyde content up to 2,0 mg/Kg was noted at the 120th day of storage. At the same time the nitrite content was decreased from 34 ppm to 10 ppm. The microbiological examinations showed that the total viable count, the phsychrotrophs and lactic acid bacteria gradually exhibited a significant increase at the end of the 120th day of storage.**

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η θερμή κάπνιση είναι μια παραδοσιακή μέθοδος επεξεργασίας κρεάτων και ψαριών. Αυτή συνδυάζεται σχεδόν πάντοτε με υγρή αλάτιση, μερική αφυδάτωση και βέβαια θερμική επεξεργασία στους 75-80°C[1]. Οι παράγοντες αυτοί, εκτός από την ικανότητα συντήρησης του ετοίμου προϊόντος, επηρεάζουν άμεσα και τη σταθερότητα των λιπιδίων της σάρκας του ψαριού και ειδικότερα των λιπαρών οξέων της σειράς ω-3 (C_{20} και C_{22})[2]. Αυτά ως γνωστό μειώνουν σημαντικά τον κίνδυνο εμφάνισης καρδιοαγγειακών παθήσεων και υπάρχουν σε μεγάλες ποσότητες στα περισσότερα είδη των ψαριών[3,4] και ειδικότερα

[1] *Εργαστήριο Τεχνολογίας Τροφίμων, Τομέας Ζωικής Παραγωγής Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης*

[2] *Εργαστήριο Τεχνολογίας Προϊόντων Ζ.Π., Τμήμα Κτηνιατρικής, Α.Π.Θ.*

[1] *Laboratory of Food Technology of Animal Production, Dept of Animal Production, Technological Education Institute (T.E.I.) of Thessaloniki.*

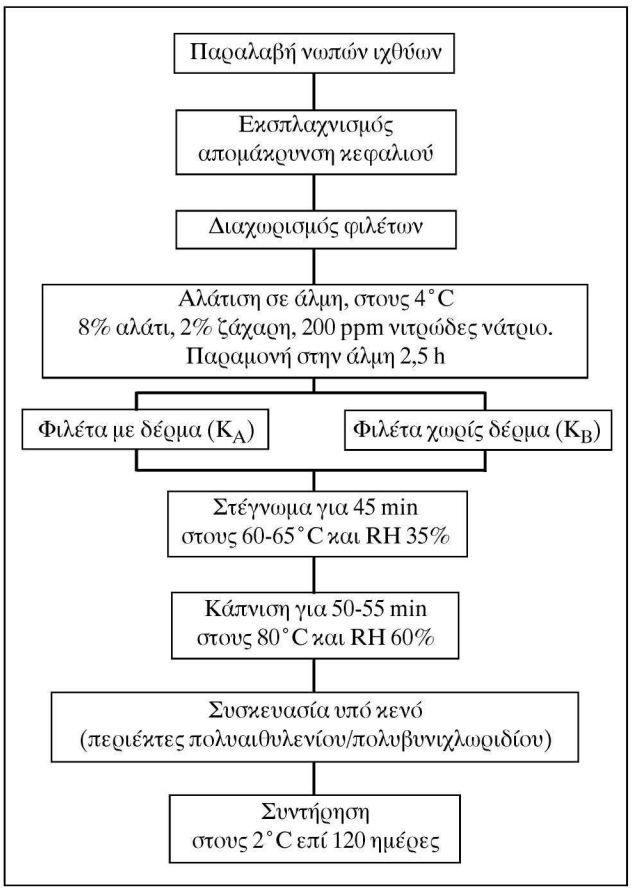
[2] *Laboratory of Technology of Food of Animal Origin, Faculty of Veterinary Medicine, Aristotle University of Thessaloniki.*

Ημερομηνία υποβολής: 14.04.2000
Ημερομηνία εγκρίσεως: 24.08.2000

στα ψάρια του γλυκού νερού, όπως στους σολομούς και τις πέστροφες[5]. Υπάρχουν αναφορές ότι η κάπνιση προκαλεί οξείδωση των λιπών στους ιχθύς[6]. Οι Bhuiyan και συν.[2] όμως αναφέρουν ότι παρά την αύξηση της τιμής της μαλοναλδεΰδης και των υπεροξειδασών μετά την κάπνιση σκουμβρίων, η οξειδωτική δράση του καπνού ελάχιστα επηρέασε τα τριγλυκερίδια και φωσφολιπίδια. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρουν οι Beltran and Moral[7,8], οι οποίοι δεν παρατήρησαν καμιά αξιοσημείωτη μεταβολή των ω-3 λιπαρών οξέων σε καπνιστές σαρδέλες που συντηρήθηκαν επί 3 μήνες στους 2°C. Αυτό σύμφωνα με πολλούς ερευνητές, οφείλεται στις φαινόλες του καπνού, οι οποίες εκτός από τις αντιβακτηριακές και αρωματικές ιδιότητες έχουν έντονη αντιοξειδωτική δράση, που προφυλάσσει τα λιπαρά οξέα από αλλοιώσεις οξείδωσης[9].

Η ένταση της οξείδωσης των λιπαρών ουσιών εκτιμάται και από την ποσότητα της μαλοναλδεΰδης, που σχηματίζεται και η οποία ως γνωστόν επιδρά αρνητικά στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των ετοίμων προϊόντων. Ο αριθμός του θειοβαρβιτουρικού οξέος εκφράζει τα mg της μαλοναλδεΰδης/Kg σάρκας. Στους νωπούς ιχθύς η συγκέντρωσή της δεν πρέπει να ξεπερνά τα 1-1,5 mg/Kg σάρκας, ενώ στους καπνιστούς 1,5-2,0 mg/Kg[10]. Τέλος, είναι σημαντικό τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της καπνιστής πέστροφας, καθώς και οι συνθήκες συντήρησης, να εγγυώνται την υγιεινή ασφάλεια του ετοίμου προϊόντος και την άριστη διατήρηση των οργανοληπτικών του χαρακτηριστικών καθ' όλη τη διάρκεια της συντήρησης.

Σκοπός λοιπόν της παρούσας έρευνας είναι η μελέτη των μεταβολών των χημικών, βιοχημικών και μικροβιολογικών παραμέτρων των καπνιστών φιλέτων πέστροφας, κατά τη διάρκεια της συντήρησής της υπό κενό στους 2°C και την επίδρασή τους στην οργανοληπτική ποιότητα και την ικανότητα συντήρησης του τελικού προϊόντος.



Διάγραμμα 1. Διάγραμμα ροής παραγωγής καπνιστών φιλέτων πέστροφας με δέρμα και χωρίς δέρμα.
Figure 1. Production flow diagram of smoked trout fillets with and without skin.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ

Χρησιμοποιήθηκαν 300 kg νωπής πέστροφας, μέσου βάρους κατ' άτομο 300 g περίπου και ολικού μήκους 30-35 cm. Η συνολική ποσότητα παραλήφθηκε σε 10 ισοβαρείς παρτίδες από συγκεκριμένο ιχθυοτροφείο πεστροφοκαλλιέργειας του Γοργοποτάμου Λαμίας. Οι νωποί ιχθύες μετά την παραλαβή τους και τη μεταφορά τους στο εργαστήριο, πλύνονταν με άφθονο νερό βρύσης, εκσπλαχνίζονταν και αφαιρούνταν τα φιλέτα, τα οποία στη συνέχεια αλατίζονταν και καπνίζονταν. Στο διάγραμμα 1 περιγράφονται τα διάφορα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας. Οι συγκεκριμένες συνθήκες αλάτισης και κάπνισης επιλέχθηκαν μετά από σειρά πειραματισμών, επειδή έδωσαν τελικά προϊόντα με τις καλύτερες οργανοληπτικές ιδιότητες. Το τελικό προϊόν συσκευαζόταν υπό κενό και συντηρούνταν στους 2°C.

Η εκτίμηση της ποιότητας, της ικανότητας συντήρησης και του βαθμού οξείδωσης των λιπαρών ουσιών των ετοίμων προϊόντων γινόταν με τις παρακάτω εξετάσεις, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν μια ημέρα μετά την κάπνιση (μηδενική ημέρα) και επαναλήφθηκαν την 45η, την 75η, και την 120η ημέρα :

Χημική ανάλυση της νωπής πέστροφας. Για τον προσδιορισμό της υγρασίας και των ολικών λιπαρών ουσιών εφαρμόστηκε η έμμεση μέθοδος της άμμου και η μέθοδος Soxhlet αντίστοιχα[11]. Το ποσοστό των ολικών πρωτεϊνών προσδιορίσθηκε με τη μέθοδο Kjeldahl[12] και της τέφρας με την τέλεια καύση του δείγματος (500-600°C) σε αποτεφρωτικό κλίβανο[13].

Ο προσδιορισμός του νιτρώδους νατρίου έγινε σύμφωνα με τη μέθοδο ISO No 2818[14], η οποία στηρίζεται στο σχηματισμό ειδικών εγχρώμων παραγώγων και το φασματοφωτομετρικό προσδιορισμό τους σε μήκος κύματος 538 nm (φασματοφωτόμετρο Bausch & Lomb, Spectronic 70).

Για τον προσδιορισμό του **ολικού πτητικού αζώτου (TVN)** χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των Antonakopoulos και Vyncke[15], η οποία στηρίζεται στην απόσταξη 10 g δείγ-

Πίνακας 1. Έντυπο οργανοληπτικής αξιολόγησης των φιλέτων πέστροφας μετά την κάπνιση
Table 1. Formula for the evaluation of the sensorial quality of smoked trout fillets

Ημερομηνία εξέτασης:	Όνομα δοκιμαστή:
ΑΛΜΥΡΟΤΗΤΑ	**ΧΥΜΩΔΕΣ**
7. Πάρα πολύ αλμυρό	7. Πάρα πολύ ξηρό
6. Πολύ αλμυρό	6. Πολύ ξηρό
5. Ελαφρώς αλμυρό	5. Ελαφρώς ξηρό
4. Κανονικό στο αλάτι	4. Κανονικό στο χυμώδες
3. Ελαφρώς ανάλατο	3. Ελαφρώς υγρό
2. Ανάλατο	2. Πολύ υγρό
1. Πάρα πολύ ανάλατο	1. Πάρα πολύ υγρό
ΕΝΤΑΣΗ ΚΑΠΝΟΥ	**ΟΛΙΚΗ ΑΠΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ**
7. Πάρα πολύ αισθητό το άρωμα καπνού	7. Πάρα πολύ καλό
6. Πολύ αισθητό το άρωμα καπνού	6. Πολύ καλό
5. Ελαφρώς αισθητό	5. Ελαφρώς καλό
4. Ιδανική η αίσθηση του αρώματος	4. Ούτε καλό ούτε κακό
3. Ελαφρώς αντιληπτή αίσθηση καπνού	3. Ελαφρώς κακό
2. Πάρα πολύ λίγος καπνός	2. Κακό
1. Καθόλου καπνός	1. Πάρα πολύ κακό

ματος με οξείδιο του μαγνησίου και στη συνέχεια την τιτλοποίηση του αποστάγματος με τη χρήση δεκατοκανονικού διαλύματος θειικού οξέος (0,1N H_2SO_4).

Η μαλοναλδεΰδη (TBA) προσδιορίσθηκε με τη μέθοδο των Raharjo and Sofos[16], η οποία στηρίζεται στην αντίδρασή της με το 2-θειοβαρβιτουρικό οξύ και τη δημιουργία μιας συμπλόκου χρωστικής που δίνει τη μεγαλύτερη απορρόφηση σε μήκος κύματος 532 nm.

Ο προσδιορισμός του pH έγινε με τη βοήθεια ηλεκτρικού pH-μέτρου (Knick portamess 654), σε 10 g ομοιογενοποιημένου δείγματος με 90 ml απεσταγμένου νερού[17].

Κατά τις **μικροβιολογικές εξετάσεις**, ο προσδιορισμός της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας (ΟΜΧ), καθώς και των ψυχρότροφων βακτηρίων, έγινε με την τεχνική της ενσωμάτωσης σε διπλή σειρά τρυβλίων. Ως υπόστρωμα χρησιμοποιήθηκε το Plate Count Agar με την προσθήκη 0,5% χλωριούχου νατρίου. Η επώαση των ενοφθαλμισμένων τρυβλίων έγινε σε θερμοκρασία 35°C επί 48 h για την ΟΜΧ και στους 7°C επί 10 ημέρες για τα ψυχρότροφα[18]. Η αρίθμηση των οξυγαλακτικών βακτηρίων έγινε με την τεχνική της ενσωμάτωσης σε υπόστρωμα A.P.T.. Μετά τη στερεοποίηση του υποστρώματος γινόταν επιστιβάδευση και ακολουθούσε η επώαση στους 30°C επί 5 ημέρες.

Τέλος, η **οργανοληπτική αξιολόγηση** του ετοίμου προϊόντος (αλμυρότητα, ένταση του καπνού, χυμώδες και ολική αποδεκτικότητα) γινόταν από ομάδα 8 εκπαιδευμένων δοκιμαστών. Για την εκτίμηση των παραπάνω χαρακτηριστικών χρησιμοποιήθηκε κλίμακα 7 σημείων, όπως

Πίνακας 2. Αποτελέσματα των φυσικοχημικών και βιοχημικών εξετάσεων της νωπής πέστροφας.
Table 2. Results of the physicochemical and biochemical examinations of fresh trout fillets

Εξέταση	$\bar{X}$	S.D.	Ελάχιστο	Μέγιστο
pH	6,20	0,07	6,12	6,31
Υγρασία %	76,87	1,10	75,39	78,43
Λίπος %	4,27	0,61	3,27	4,90
Πρωτεΐνες %	18,35	0,64	17,24	19,12
Τέφρα %	1,19	0,10	1,08	1,44
TVN mg/100g	18,03	0,48	17,14	18,45
TBA mg/kg	0,44	0,15	0,167	0,671
Νιτρώδη ppm	1,00	0,01	1,0	1,0

όπου: S.D.=τυπική απόκλιση, n=30.

αυτά περιγράφονται στον πίνακα 1. Αξιολόγηση με 1 υποδείκνυε απουσία καπνού και αλατιού, έντονο χυμώδες και κακή ολική αποδεκτικότητα. Αντίθετα, όταν το προϊόν έπαιρνε το βαθμό 7, το άρωμα του καπνού ήταν πολύ αισθητό, το προϊόν πολύ αλμυρό και στεγνό και η ολική αποδεκτικότητά του πολύ καλή.

Κατά τη στατιστική ανάλυση οι συγκρίσεις μεταξύ ανεξαρτήτων δειγμάτων έγιναν με τη χρήση του T-test και για τη σύγκριση περισσοτέρων των δύο δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση της διακύμανσης (ANOVA-Analysis of Variance). Όλοι οι υπολογισμοί και οι γραφικές παραστάσεις έγιναν με τη χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows, Ver. 6.1. (1995).

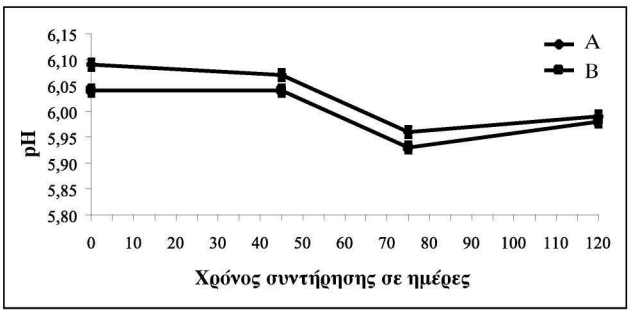
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από τα αποτελέσματα των εξετάσεων της νωπής πέστροφας, τα οποία φαίνονται στον πίνακα 2, διαπιστώνεται εύκολα ότι η πρώτη ύλη έφθανε στο εργαστήριο και επεξεργαζόταν σε άριστη κατάσταση.

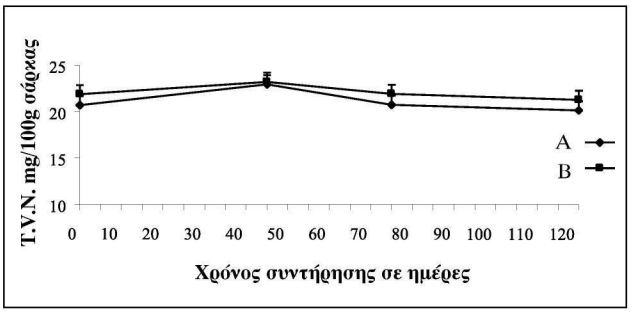
Στο διάγραμμα 2 φαίνεται η μεταβολή του pH των καπνιστών φιλέτων πέστροφας (με και χωρίς δέρμα) καθ' όλη τη διάρκεια της συντήρησης των 120 ημερών. Αυτή κυμάνθηκε από 6,09 (1η ημέρα) έως 5.99 (120η ημέρα) και από 6,04(1η ημέρα) έως 5,98(120η ημέρα), για τα φιλέτα χωρίς δέρμα και με δέρμα αντίστοιχα. Η μείωση αυτή δεν ήταν στατιστικώς σημαντική, όπως επίσης διαφορές δεν βρέθηκαν και μεταξύ των φιλέτων με δέρμα και χωρίς δέρμα ($P>0,05$).

Η συγκέντρωση του ολικού πτητικού αζώτου τόσο στα φιλέτα χωρίς δέρμα όσο και σε αυτά με δέρμα παρέμεινε σχεδόν αμετάβλητη καθ' όλη τη διάρκεια της συντήρησης και κυμάνθηκε από 20,69 έως 21,87 mg/100g προϊόντος (διάγραμμα 3).

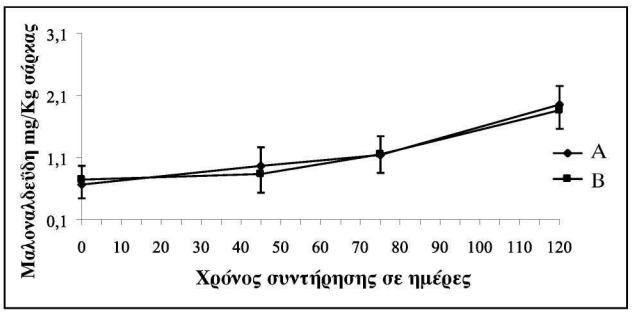
Από το διάγραμμα 4 διαπιστώνεται ότι η συγκέντρωση της μαλοναλδεΰδης στα φιλέτα με και χωρίς δέρμα κυ-



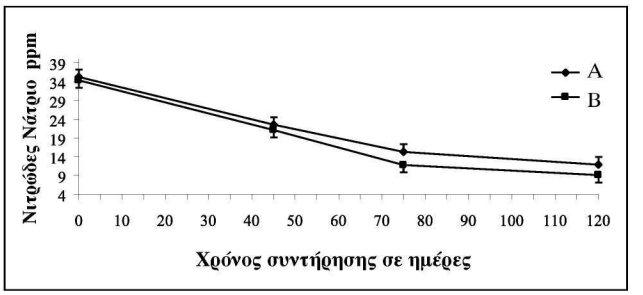
Διάγραμμα 2. Μεταβολή του pH των καπνιστών φιλέτων πέστροφας με δέρμα (A) και χωρίς δέρμα (B), κατά τη συντήρησή τους για 120 ημέρες στους 2°C. (Οι κάθετες γραμμές δηλώνουν τυπική απόκλιση για επίπεδο σημαντικότητας P<0,05)
Figure 2. Changes of the pH-value of smoked trout fillets with (A) and without (B) skin during storage at 2°C for 120 days.



Διάγραμμα 3. Μεταβολή της συγκέντρωσης του Ολικού Πτητικού Αζώτου (TVN) των καπνιστών φιλέτων πέστροφας με δέρμα (A) και χωρίς δέρμα (B), κατά τη συντήρησή τους για 120 ημέρες στους 2°C. (Οι κάθετες γραμμές δηλώνουν τυπική απόκλιση για επίπεδο σημαντικότητας P<0,05)
Figure 3. Changes of the total volatile nitrogen (TVN) content of smoked trout fillets with (A) and without (B) skin during storage at 2°C for 120 days.



Διάγραμμα 4. Μεταβολή της συγκέντρωσης της μαλοναλδεΰδης (TBA) των καπνιστών φιλέτων πέστροφας με δέρμα (A) και χωρίς δέρμα (B), κατά τη συντήρησή τους για 120 ημέρες στους 2°C. (Οι κάθετες γραμμές δηλώνουν τυπική απόκλιση για επίπεδο σημαντικότητας P<0,05)
Figure 4. Changes of the Malonaldehyde content of smoked trout fillets with (A) and without (B) skin during storage at 2°C for 120 days.

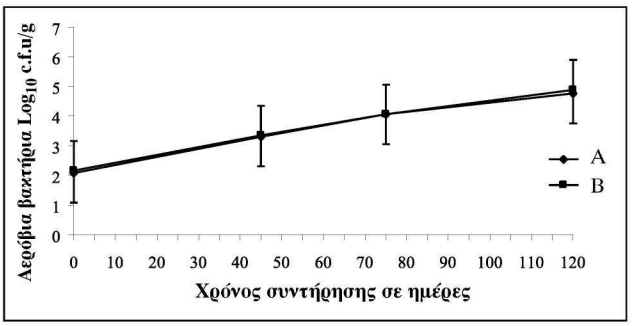


Διάγραμμα 5. Μεταβολή της συγκέντρωσης του Νιτρώδους Νατρίου, των καπνιστών φιλέτων πέστροφας με δέρμα (A) και χωρίς δέρμα (B), κατά τη συντήρησή τους για 120 ημέρες στους 2°C. (Οι κάθετες γραμμές δηλώνουν τυπική απόκλιση για επίπεδο σημαντικότητας P<0,05)
Figure 5. Changes of sodium nitrite content of smoked trout fillets with (A) and without (B) skin during storage at 2°C for 120 days.

μάνθηκε από 0,66 και 0,74 που ήταν την πρώτη ημέρα έως 1,95 και 1,86 mg/Kg προϊόντος την 120η ημέρα αντίστοιχα. Οι μεταβολές αυτές της συγκέντρωσης της μαλοναλδεΰδης θεωρούνται στατιστικώς σημαντικές (P<0,05). Αντίθετα, σε σύγκριση της συγκέντρωσής της μεταξύ των φιλέτων με δέρμα και χωρίς δέρμα δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά (P>0,05).

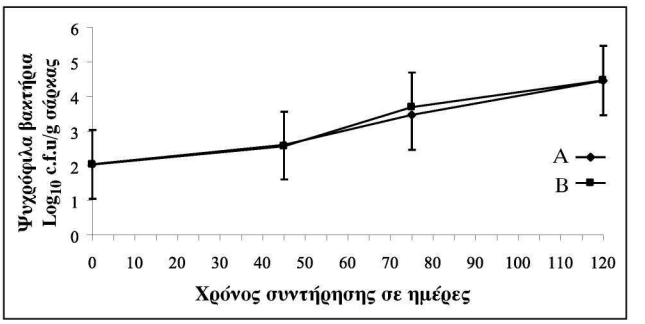
Στο διάγραμμα 5 φαίνεται η μεταβολή της συγκέντρωσης του νιτρώδους νατρίου στα φιλέτα με και χωρίς δέρμα κατά τη διάρκεια της συντήρησής τους επί 120 ημέρες στους 2°C. Παρατηρήθηκε μια στατιστικώς σημαντική μείωση της τιμής του από 35,22 και 34,35 ppm που ήταν την 1η ημέρα στα φιλέτα με και χωρίς δέρμα αντίστοιχα, σε τιμές 11,9 και 9,10 ppm την 120η ημέρα. Σε σύγκριση της τιμής του νιτρώδους νατρίου των καπνιστών φιλέτων με και χωρίς δέρμα, διαπιστώθηκε από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων σημαντική διαφορά μεταξύ τους μόνο κατά την 120η ημέρα της συντήρησης (P<0,05).

Στα διαγράμματα 6, 7 και 8 δίνονται οι μεταβολές του πληθυσμού της ΟΜΧ, των ψυχρότροφων και των οξυγαλακτικών βακτηρίων καθ' όλη τη διάρκεια της συντήρησης. Μεταξύ των φιλέτων με δέρμα και χωρίς δέρμα οι διαφορές που παρατηρούνται είναι σχεδόν ανύπαρκτες. Ο πληθυσμός της ολικής μεσόφιλης χλωρίδας κυμάνθηκε από 2,1 $\log_{10}$ cfu/g που ήταν την 1η ημέρα, έως 5,0 $\log_{10}$ cfu/g την 120η. Ο πληθυσμός της ΟΜΧ της σάρκας της νωπής πέστροφας ήταν 3,24 $\log_{10}$ cfu/g. Ο πληθυσμός των ψυχρότροφων βακτηρίων και των οξυγαλακτικών κυμάνθηκε από 2,05 και 2,20 $\log_{10}$ cfu/g που ήταν αντίστοιχα την 1η ημέρα έως 4,50 και 4,25 $\log_{10}$ cfu/g την 120η. Ο πληθυσμός των βακτηρίων αυτών στη σάρκα της νωπής πέστροφας ήταν για τα ψυχρότροφα 2,94 και για τα οξυγαλακτικά 2,63 $\log_{10}$ cfu/g.



Διάγραμμα 6. Μεταβολή της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας (Log_{10} c.f.u./g), των καπνιστών φιλέτων πέστροφας με δέρμα (A) και χωρίς δέρμα (B), κατά τη συντήρησή τους για 120 ημέρες στους 2°C. (Οι κάθετες γραμμές δηλώνουν τυπική απόκλιση για επίπεδο σημαντικότητας P<0,05)

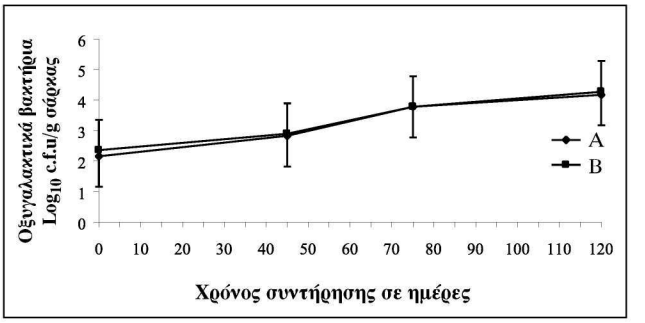
Figure 6. Changes of total viable count (Log_{10} c.f.u./g) of smoked trout fillets with (A) and without (B) skin during storage at 2°C for 120 days.



Διάγραμμα 7. Μεταβολή των ψυχρότροφων βακτηρίων (Log_{10} c.f.u./g), των καπνιστών φιλέτων πέστροφας με δέρμα (A) και χωρίς δέρμα (B), κατά τη συντήρησή τους για 120 ημέρες στους 2°C. (Οι κάθετες γραμμές δηλώνουν τυπική απόκλιση για επίπεδο σημαντικότητας P<0,05)

Figure 7. Changes of the psychrotrofic bacteria (Log_{10} c.f.u./g) of smoked trout fillets with (A) and without (B) skin during storage at 2°C for 120 days.

Κατά την οργανοληπτική αξιολόγηση της έντασης του καπνού, της αλμυρότητας και του χυμώδους των δειγμάτων, η τιμή 4 θεωρήθηκε ως ιδανική, για την αίσθηση των παραπάνω ποιοτικών χαρακτηριστικών. Κατά την εκτίμηση των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δειγμάτων με δέρμα και χωρίς δέρμα (πίνακας 3). Διαπιστώνεται επίσης ότι οι τιμές της έντασης του καπνού, της αλμυρότητας, του χυμώδους και της ολικής αποδεκτικότητας των τελικών προϊόντων πλησιάζουν τις άριστες τιμές των πινάκων εκτίμησης. Κατά τη διάρκεια της συντήρησης των καπνιστών φιλέτων με δέρμα παρατηρήθηκε μια μικρή, αλλά στατιστικά σημαντική (P<0,05) μείωση της τιμής της έντασης του καπνού και της ολικής αποδεκτικότητας από 4,7 και 6,4 που ήταν αντίστοιχα την 1η ημέρα σε τιμές 4,1 και 6,1 την 120η. Οι μεταβολές αυτές, όπως φαίνεται και από τον πίνακα 3, ήταν παρόμοιες και στα φιλέτα χωρίς δέρμα. Σε όλες τις περιπτώσεις όμως, παρά τη μικρή αυτή υποβάθμιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των καπνιστών φιλέτων, όλα τα δείγματα ήταν απολύτως αποδεκτά.



Διάγραμμα 8. Μεταβολή των οξυγαλακτικών βακτηρίων (Log_{10} c.f.u./g) των καπνιστών φιλέτων πέστροφας με δέρμα (A) και χωρίς δέρμα (B), κατά τη συντήρησή τους για 120 ημέρες στους 2°C. (Οι κάθετες γραμμές δηλώνουν τυπική απόκλιση για επίπεδο σημαντικότητας P<0,05)

Figure 8. Changes of lactic acid bacteria (Log_{10} c.f.u./g) of smoked trout fillets with (A) and without (B) skin during storage at 2°C for 120 days.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την εκτίμηση των αποτελεσμάτων διαπιστώνεται εύκολα ότι η συγκεκριμένη τεχνολογία αλάτισης και κάπνισης συνετέλεσε, ώστε να παραχθούν προϊόντα με πολύ καλές οργανοληπτικές ιδιότητες, οι οποίες διατηρήθηκαν σχεδόν αναλλοίωτες για διάστημα 120 ημερών συντήρησης στους 2°C υπό κενό. Η συγκέντρωση του ολικού πτητικού αζώτου, το οποίο σύμφωνα με τους Paleari και συν.[4] περιορίζει σημαντικά το χρόνο ζωής των προϊόντων της κατηγορίας αυτής, δεν ξεπέρασε τα 26 mg/g σάρκας και παρέμεινε πολύ πιο χαμηλά από την τιμή των 40 mg/g που προτείνουν ως όριο οι Civera και συν.[19]. Είναι λοιπόν πολύ πιθανόν η τεχνολογία της κάπνισης που εφαρμόστηκε στην παρούσα έρευνα, καθώς και η χαμηλή θερμοκρασία συντήρησης να συνέβαλαν στη διατήρηση της συγκέντρωσης του ολικού πτητικού αζώτου σε χαμηλά επίπεδα[20]. Στην καλή διατήρηση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των ετοίμων προϊόντων συνέβαλε επίσης και η συγκέντρωση της μαλοναλδεΰδης, η οποία μέχρι το τέλος της συντήρησης παρέμεινε κάτω από 2 mg/Kg προϊόντος. Σύμφωνα με τον Connel[10], η τάγγισή τους γίνεται εύκολα αντιληπτή από τους δοκιμαστές όταν η συγκέντρωσή της μαλοναλδεΰδης υπερβεί τα 2 mg/Kg. Η ξηρή κάπνιση προκάλεσε προφανώς μικρότερο ποσοστό οξείδωσης των λιπιδίων, γεγονός που διαπίστωσαν επίσης στις δικές τους

Πίνακας 3. Αποτελέσματα οργανοληπτικών εξετάσεων κατά τη συντήρηση καπνιστών φιλέτων πέστροφας.
Table 3. Results of the sensorial examination of smoked trout fillets during storage.

		ΕΝΤΑΣΗ ΚΑΠΝΟΥ								ΑΛΜΥΡΟΤΗΤΑ							
		0η	20η	30η	45η	60η	75η	100η	120η	0η	20η	30η	45η	60η	75η	100η	120η
Φιλέτο	$\bar{X}$	4,7	4,0	4,2	4,4	3,9	4,2	4,2	4,1	4,4	4,3	3,9	3,75	3,9	4,4	4,0	3,6
με δέρμα	SD	0,48	0,67	0,42	0,74	0,67	0,71	0,53	0,54	0,52	0,48	0,57	0,46	0,57	0,70	0,67	0,74
Φιλέτο	$\bar{X}$	4,7	4,4	4,2	4,4	4,0	5,5	4,3	4,5	4,6	4,1	3,9	4,0	4,0	4,1	3,6	3,8
χωρίς δέρμα	SD	0,67	0,84	0,79	0,52	0,67	1,17	0,67	0,76	0,52	0,74	0,32	0,1	0,47	0,32	0,52	0,46
		ΧΥΜΩΔΕΣ								ΟΛΙΚΗ ΑΠΟΛΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ							
		0η	20η	30η	45η	60η	75η	100η	120η	0η	20η	30η	45η	60η	75η	100η	120η
Φιλέτο	$\bar{X}$	4,0	4,7	4,2	3,9	4,2	4,6	4,6	4,25	6,4	6,0	6,2	6,0	6,1	6,0	5,9	6,1
με δέρμα	SD	0,67	0,48	0,42	0,35	0,44	0,84	0,52	0,46	0,52	0,67	0,79	0,75	0,78	0,66	0,74	0,83
Φιλέτο	$\bar{X}$	4,2	4,6	4,1	4,3	4,3	5,1	4,5	4,0	6,3	6,0	6,2	5,9	5,8	5,8	5,7	5,8
χωρίς δέρμα	SD	0,63	0,69	0,32	0,46	0,70	0,57	0,53	0,54	0,48	0,85	0,92	0,64	1,03	0,63	0,67	0,88

έρευνες οι Toth και Potthast[1], καθώς και οι Cuppert και συν.[9]. Τέλος φαίνεται ότι και το νιτρώδες νάτριο επιβράδυνε το σχηματισμό των καρβονυλικών ενώσεων συμπεριλαμβανομένης και της μαλοναλδεΰδης[21]. Ο σχηματισμός χηλικών ενώσεων μεταξύ των νιτρωδών αλάτων και των μεταλλικών ιόντων επιβράδυνε σημαντικά τη δράση των τελευταίων που συμμετέχουν, ως γνωστό, ως καταλύτες σε οξειδωτικές αντιδράσεις[22,23,24].

Η θερμή κάπνιση τέλος προκάλεσε, όπως ήταν αναμενόμενο, μείωση του βακτηριακού πληθυσμού των καπνιστών φιλέτων κατά 1-2 λογαριθμικές μονάδες, σε σχέση με τη νωπή πρώτη ύλη. Αυτό σε συνδυασμό με την εφαρμογή των κανόνων της "ορθής βιομηχανικής πρακτικής" και τη χαμηλή θερμοκρασία συντήρησης συνέβαλε άμεσα, όπως παρατηρήθηκε και σε άλλες έρευνες[25,19], στη μικροβιολογική σταθερότητα του τελικού προϊόντος. Έχει υποστηριχθεί ότι ο προσδιορισμός κυρίως της ΟΜΧ και των οξυγαλακτικών βακτηρίων στους καπνιστούς ιχθύς αποτελούν εκείνους τους μικροβιακούς δείκτες που μπορούν να δείξουν την πραγματική εικόνα της υγιεινής κατάστασης αυτών των προϊόντων[19]. Σύμφωνα με τη Διεθνή Επιτροπή Μικροβιολογικών Σταθεροτύπων για τα τρόφιμα, ο πληθυσμός της ΟΜΧ δεν πρέπει να ξεπερνά το όριο των 10^7 cfu/g[25]. Το γεγονός αυτό δε συνέβη σε κανένα στάδιο της συντήρησης των προϊόντων που παρήχθησαν στην εργασία αυτή.

Διαπιστώθηκε τέλος ότι τα οξυγαλακτικά βακτήρια είναι συνήθως παρόντα στη φυσιολογική χλωρίδα των νωπών ιχθύων, σε πληθυσμούς όμως που τείνουν να είναι μικρότεροι απ' ό,τι των ψυχρότροφων. Κατά τη συντήρηση των ετοίμων προϊόντων, ο αριθμός τους αυξήθηκε προοδευτικά και την 120η ημέρα έφθασε να αποτελεί το 90% και περισσότερο της ολικής χλωρίδας. Η αύξηση του αριθμού των οξυγαλακτικών οδήγησε και στη μικρή πτώση του pH, που παρατηρήθηκε στα έτοιμα προϊόντα, χωρίς ωστόσο αυτό να επηρεάσει σημαντικά τις οργανοληπτικές τους ιδιότητες.

Από τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής συμπεραίνεται ότι η τεχνολογία που εφαρμόσθηκε για την παραγωγή της καπνιστής πέστροφας και η οποία είναι εύκολο να εφαρμοσθεί και από τη βιομηχανία, παρέχει προϊόντα ικανά να συντηρηθούν στους 2°C, για τουλάχιστον 120 ημέρες, σε πολύ καλή οργανοληπτική και υγιεινή κατάσταση. Η προσθήκη δε μικρής ποσότητας νιτρωδών αλάτων στην άλμη επιβράδυνε σημαντικά την οξείδωση των λιπών και απέτρεψε την εμφάνιση αλλοιώσεων τάγγισης στο έτοιμο προϊόν.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Toth L, Potthast K. Chemical aspects of the smoking meat and meat products. Adv. Food Res. 1984, 29:87-93.
2. Bhuiyan AKM, Ratnayake WMN, Ackman RG, Stability of lipids and polyunsaturated fatty acids during smoking of atlantic mackerel (Scomber scombrus). J. Am. Oil Chem. Soc. 1986, 63(3): 324-328.
3. Beltran A, Moral A, Martin P. Effect of seasonal factors on polyunsaturated fatty acids in smoked sardine during storage at different temperatures. Lebensm. -Wiss. Und -Technol. 1991, 24:404-407.
4. Paleari MA, Soncini G, Beretta G. Smoked tuna, sliced and vacuum packed, a relative new product. Lebensm. Unters. und -Forsch. 1990, 190:118-120.
5. Χατζηδημητριάδης Γ. Οικονομοτεχνική μελέτη μονάδας καπνιστής πέστροφας.1995, Διπλωματική εργασία.
6. Aitken A, Connell JJ. Fish. In: Effect of Heating on Foodstuffs. Priestly RJ. (Ed.). Applied Science Publishers, London, 1979, p.p. 219-254.
7. Beltran A, Moral A. Effect of smoking on lipid stability in sardine (Sardina pilchardus w.). Z. Lebensm. Unters. und Forsch. 1989, 189:317-321.

8. Beltran A, Moral A. Keeping quality of vacuum-packaged smoked sardine fillets: biochemical and organoleptic aspects. Lebensm. -Wiss. Und -Technol. 1990, 23:255-259.
9. Cuppett SL, Gray JI, Booren AM, Stachiw MA. Effect of processing variables on lipid stability in smoked Great Lakes Whitefish. J. Food Sci. 1989, 54:52-54.
10. Conell JJ. Control of Fish Quality. Third Edition. Fishing News Books 1990.
11. A.O.A.C. Official Methods of Analysis 14th ed. Pub. By Association of Official Methods of Analysis Chemists. Inc. Arlington, Virginia, USA 1984.
12. ISO 937-1978. Meat and meat products. Determination of nitrogen content.
13. ISO 936-1978. Meat and meat products. Determination of ash.
14. ISO 2918-1975. Meat and meat products. Determination of nitrite content.
15. Antonakopoulos N, Vyncke W. Determination of volatile basic nitrogen in fish: a third collaborative study by West European Fish Technologists Association (WEFTA). Z. Lebensm. Unters. und Forsch. 1989, 189:309-316.
16. Rahazjo S, Sofos JN. Methodology for measuring malonaldehyde as a product of lipid peroxidation in muscle tissues. A review. Meat Science 1993, 35:145-169.
17. Korkeala A. Determination of pH in meat. Meat Sci. 1986, 18:121-124.
18. Food and Drug Administration (FDA). Bacteriological Analytical Manual for Foods. 1976, AOAC Publ. Washington D.C.
19. Civera T, Parisi E, Amerio GP, Giaccone V. Shelf-life of vacuum-packed smoked salmon: microbiological and chemical changes during storage. Archiv fur Lebensmittelhygiene 1995, 46:13-17.
20. Srikar LN, Khuntia BK, Reddy GVS, Srinivasa BR. Influence of storage temperature on the quality of salted mackerel (Rastrelliger kangutta) and pink perch (Memipterus japonicus). J. Sci. Food Agric. 1993, 63:319-322.
21. Kolodziejska I, Skonieczny S, Rubin LJ. Malondialdehyde-Nitrite interactions in meat and model systems. J. Food Sci. 1990, 55:925-928.
22. Mac Donald B, Gray JI, Gibbins LN. Role of nitrite in cured meat flavors antioxidant role of nitrite. J. Food Sci. 1980, 45:893-897.
23. Igene JQ, Yamanchi K, Pearson AM, Gran JI. Mechanisms by which nitrite inhibits the development of warmed-over flavor (WOF) in cured meat. Food Chem. 1985, 18:1-3.
24. Morrisey PA, Tichivangana JZ. The antioxidant activities of nitrite and nitrosylmyoglobin in cooked meats. Meat Sci. 1985, 14:175-190.
25. Dodds KL, Brodsky MH, Marburton DW. A retail survey of smoked ready-to-eat fish to determine their microbiological quality. J. Food Protect. 1992, 55:208-210.