

Μικροβιακή αλλοίωση και παραγωγή πτητικών ουσιών κατά τη συντήρηση υπό ψύξη φιλέτων τσιπούρας (*Sparus aurata*) σε συνθήκες αέρα και τροποποιημένης ατμόσφαιρας

Παρλαπάνη Φωτεινή¹, Χαρουτουγιάν Σέρκο² και Μποζιάρης Ιωάννης Σ.^{1*}

¹Τμ. Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Φυτόκο, 38446, Νέα Ιωνία, Βόλος.

² Εργαστήριο Χημείας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, 118 55, Αθήνα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Ο εμπορικός χρόνος ζωής των φιλέτων τσιπούρας ήταν πεντέμισι (5,5) και οκτώ (8) μέρες για τα φιλέτα αποθηκευμένα σε αέρα και τροποποιημένη ατμόσφαιρα αντίστοιχα. Οι *Pseudomonas* spp. ήταν οι κυρίαρχοι μικροοργανισμοί και στα δύο προϊόντα. Διάφορες πτητικές ουσίες βρέθηκαν να αυξάνονται κατά την διάρκεια της συντήρησης ενώ άλλες έδειξαν ομοιότητες και διαφορές μεταξύ των φιλέτων αποθηκευμένων σε αέρα και τροποποιημένη ατμόσφαιρα. Οι διαφορετικές ατμοσφαιρικές συνθήκες επιδρούν στον εμπορικό χρόνο ζωής, την αύξηση των αλλοιωγόνων μικροοργανισμών και τα παραγόμενα προϊόντα μεταβολισμού τους.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αλλοίωση στα νωπά αλιευτικά προϊόντα είναι αποτέλεσμα μεταβολών κυρίως στην οσμή και τη γεύση που προέρχονται από την παραγωγή ουσιών οι οποίες είναι αποτέλεσμα της μεταβολικής δράσης των ειδικών αλλοιωγόνων μικροοργανισμών-EAM (Gram and Huss 1996).

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η παραγωγή πτητικών μεταβολιτών με σκοπό να βρεθούν ενώσεις όπου πιθανώς να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως χημικοί δείκτες αλλοίωσης/νωπότητας.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Φιλέτα τσιπούρας σε συνθήκες αέρα και μίγματος αερίων (MAP: CO₂: 60%, O₂: 10%, N₂: 30%) αποθηκευμένα υπό ψύξη χρησιμοποιήθηκαν για οργανοληπτική, μικροβιολογική και χημική ανάλυση.

Οι μικροοργανισμοί που καταμετρήθηκαν ήταν

✓ Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα (OMX) σε Iron Agar

✓ βακτήρια που παράγουν H₂S (*Shewanella putrefaciens*) σε Iron Agar

✓ Enterobacteriaceae σε VRBGA (Violet Red Bile Glucose Agar)

✓ *Pseudomonas* sp. σε CFC Pseudomonas Agar

✓ Οξυγαλακτικά βακτήρια σε θρεπτικό υπόστρωμα MRS Agar

✓ *Brochothrix thermosphacta* σε STAA

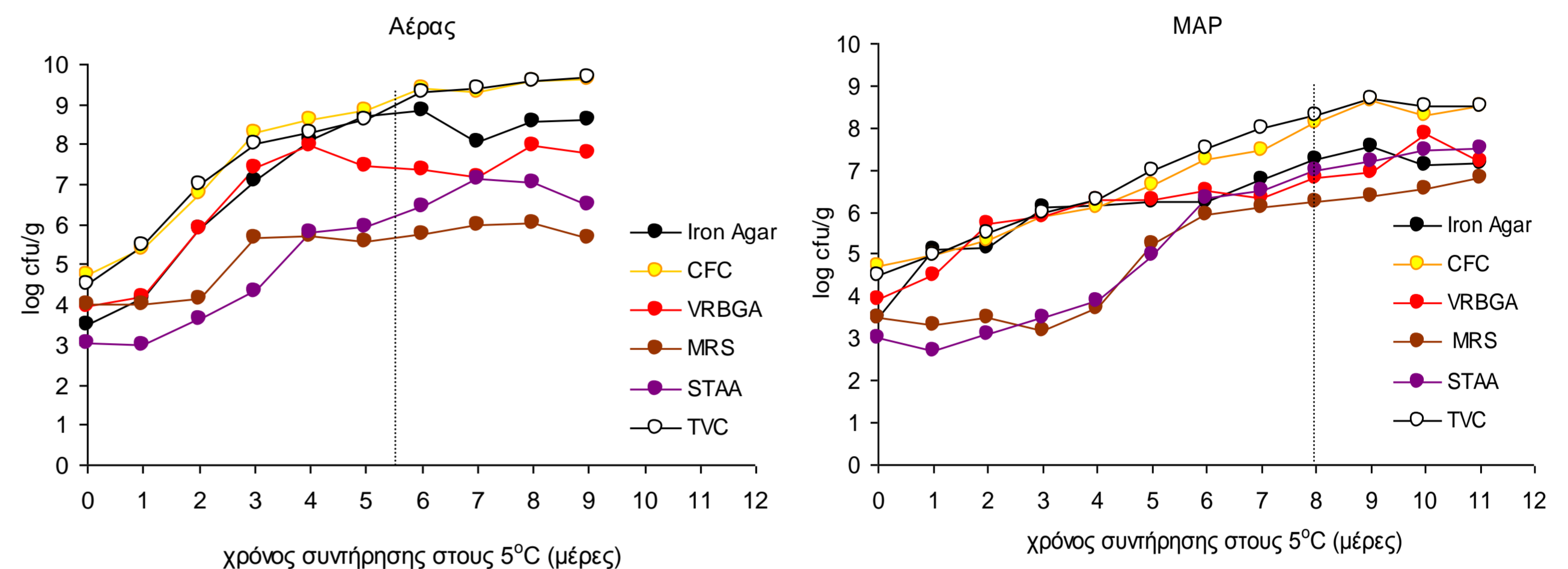
Η απομόνωση των πτητικών ουσιών πραγματοποιήθηκε με την τεχνική SPME (Solid Phase MicroExtraction) και ο προσδιορισμός τους με αέρια χρωματογραφία-φασματοσκοπία μάζας (GC/MS). Η ταυτοποίηση των πτητικών ουσιών διεξήχθη με τη χρήση της βάσης δεδομένων NIST και Wiley και η ημι-ποσοτικοποίηση σύμφωνα με το εμβαδό κάθε κορυφής.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Ο εμπορικός χρόνος ζωής των δύο προϊόντων προσδιορίστηκε οργανοληπτικά και ήταν πεντέμισι (5,5) και οκτώ (8) μέρες για τα φιλέτα αποθηκευμένα σε αέρα και τροποποιημένη ατμόσφαιρα αντίστοιχα. Οι *Pseudomonas* spp. ήταν οι κυρίαρχοι μικροοργανισμοί και στα δύο προϊόντα (Γράφημα 1).

Διάφορες πτητικές ουσίες βρέθηκαν να αυξάνονται κατά τη διάρκεια της συντήρησης ενώ άλλες έδειξαν ομοιότητες και διαφορές μεταξύ των φιλέτων αποθηκευμένων σε αέρα και τροποποιημένη ατμόσφαιρα (Πίνακας 1). Η παρουσία διαφόρων ενώσεων, όπως 2-heptanone, 3-hydroxy-2-butanone, 1-penten-3-ol, οφείλεται σε μικροβιακή ενώ άλλες όπως cis-4-heptanal, 1-octen-3-ol σε χημική ή αυτολυτική δραστηριότητα (Joffraud et al. 2001; Jorgensen et al. 2001).

Οι διαφορετικές ατμοσφαιρικές συνθήκες επιδρούν στον εμπορικό χρόνο ζωής, την αύξηση των αλλοιωγόνων μικροοργανισμών και τα παραγόμενα προϊόντα μεταβολισμού τους. Επιπρόσθετη έρευνα απαιτείται για να προσδιορισθούν επακριβώς ποιες από τις πτητικές ουσίες είναι μικροβιακοί μεταβολίτες και από ποιους μικροοργανισμούς παράγονται, ώστε να είναι δυνατή η χρήση επιλεγμένων πτητικών ουσιών ως χημικοί δείκτες αλλοίωσης/νωπότητας.



Γράφημα 1. Μεταβολές της OMX και τα επίπεδα των μικροβιακών πληθυσμών που μελετήθηκαν σε φιλέτα υπό συνθήκες αέρα και MAP κατά τη συντήρησή τους στους 5°C. Με κάθετη διακεκομμένη γραμμή παρουσιάζεται ο εμπορικός χρόνος ζωής των δύο προϊόντων.

Πίνακας 1. Πτητικές ουσίες σε φιλέτα αποθηκευμένα υπό συνθήκες αέρα και MAP κατά τη συντήρησή τους στους 5°C. Οι τιμές αντιπροσωπεύουν το εμβαδόν * 10⁻⁶ των κορυφών του χρωματογραφήματος.

Πτητικές ουσίες	Map 5°C (εμβαδόν 10 ⁻⁶)			Αέρας 5°C (εμβαδόν 10 ⁻⁶)		
	Ημέρα 0	Ημέρα 4	Ημέρα 8	Ημέρα 2	Ημέρα 4	Ημέρα 6
Ethyl alcohol	1.585	1.520	1.719	8.534	8.882	14.829
Acetone	ND	ND	ND	6.626	3.107	2.428
acetic acid	0.046	0.133	0.125	0.042	ND	ND
3-Methylbutyraldehyde	0.021	ND	0.207	0.099	0.211	1.136
2-Methylbutyraldehyde	0.149	ND	0.115	ND	ND	0.231
1-Penten-3-ol	2.333	1.030	0.892	19.498	7.319	5.137
Acetyl propionyl (2,3-Pentanedione)	0.643	0.209	0.204	1.366	0.509	ND
3-Pentanone	0.167	0.211	ND	ND	ND	0.375
3-Hydroxy-2-butanone	ND	ND	0.028	ND	ND	ND
Isoamyl alcohol	ND	0.033	ND	ND	ND	1.085
2-Methyl-1-butanol	ND	ND	ND	ND	0.161	0.097
Ethyl isobutyrate	ND	ND	ND	ND	0.081	0.026
Amyl alcohol	0.038	ND	0.053	0.555	0.036	0.047
2-Penten-1-ol (Z)	0.161	0.045	0.142	1.114	0.116	0.100
Hexenal	5.099	2.179	1.557	30.946	1.128	0.237
Ethylcrotonate	ND	ND	ND	ND	ND	0.016
Ethyl 2-methylbutyrate	ND	ND	ND	ND	ND	0.016
Ethyl isovalerate	ND	ND	ND	ND	ND	0.050
trans-2-Hexenal	0.015	0.019	0.018	0.420	0.012	ND
1-Hexanol	0.048	0.043	0.063	0.071	ND	0.047
2-Heptanone	0.006	0.009	0.008	0.056	0.054	0.078
cis-4-Heptenal	0.347	0.490	0.534	1.839	0.138	0.020
Heptanal	0.197	0.113	0.060	0.385	0.020	ND
Oxime, methoxy-phenyl	0.063	0.485	0.222	0.176	0.057	0.066
Ethyl tiglate	ND	ND	ND	ND	ND	0.015
trans-2-Heptenal	0.027	0.043	0.082	0.107	ND	ND
1-octen-3-ol	0.629	0.570	0.738	1.145	0.150	0.190
trans,trans-2,4-Heptadienal	0.105	0.155	0.078	0.350	0.016	ND
n-Decane	0.014	0.063	0.019	0.025	0.005	0.012
2-Ethyl-1-hexanol	1.587	0.278	0.170	1.398	4.858	3.070
3,5-Octadien-2-one (E)	ND	ND	ND	0.111	0.060	ND
n-Undecane	0.155	0.100	ND	ND	0.055	ND
Nonanal	0.252	0.155	0.112	ND	ND	ND
Hexanoic acid, 2-ethyl-, ethyl ester	ND	ND	0.011	0.008	0.013	0.045
n-Dodecane	0.024	0.024	0.041	0.089	0.045	0.021
n-decanal	0.019	0.012	0.013	ND	ND	ND
2(E)-Decenal	0.029	0.057	0.056	ND	ND	ND
1-Decanol	0.032	0.013	0.022	ND	ND	ND
2,4-Decadienal (E,E)	0.009	0.039	0.024	ND	ND	ND
n-Tetradecane	0.123	0.135	0.105	0.069	0.049	0.043
Pentadecane	1.181	1.239	0.726	0.725	0.440	0.323
n-Hexadecane	ND	0.008	0.096	0.061	0.016	ND
n-Eicosane	ND	0.152	0.078	0.026	0.026	0.020
n-Tetracosane	1.080	1.094	1.358	0.836	ND	0.279

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Gram L. and Huss H.H. (1996). Microbiological spoilage of fish and fish products. *Int. J. Food Microbiol.* 33: 121-137.

Joffraud J.J., Leroi F., Roy C. and Berdague J.L. (2001). Characterisation of volatile compounds produced by bacteria isolated from the spoilage flora of cold-smoked salmon. *Int. J. Food Microbiol.* 66: 175-181

Jorgensen L.V., Huss H.H. and Dalgaard P. (2001). Significance of volatile compounds produced by spoilage bacteria in vacuum-packed cold-smoked salmon (*Salmo salar*) analysed by GC-MS and Multivariate Regression. *J. Agric. Food Chem.* 49: 2376-2381.

«Η παρούσα έρευνα έχει συγχρηματοδοτηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο - ΕΚΤ) και από εθνικούς πόρους μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» του Εθνικού Στρατηγικού Πλαισίου Αναφοράς (ΕΣΠΑ) – Ερευνητικό Χρηματοδοτούμενο Έργο: Ηράκλειτος II . Επένδυση στην κοινωνία της γνώσης μέσω του Ευρωπαϊκού Κοινωνικού Ταμείου»