



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΛΙΕΙΑΣ & ΘΑΛΑΣΣΑΣ 2014 – 2020

«ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ ΣΤΗΝ ΑΛΙΕΙΑ» ΆΡΘΡΟ 26 & 44 παρ. 3, Καν. 508/2014

«Επέκταση εμπορικής διάρκειας ζωής του νωπού γαύρου σε πάγο με χρήση μικρο-νανο-φουσαλίδων όζοντος» (MIS 5010351)

Σύνοψη Έργου

Η βασική ιδέα του έργου ήταν η βελτίωση της εμπορικά ωφέλιμης διάρκειας ζωής του νωπού γαύρου, μέσα από τη λεπτομερή παρακολούθηση φυσικοχημικών, μικροβιολογικών, βιοχημικών μεταβλητών που λαμβάνουν χώρα κατά την τυπική συντήρησή του, ώστε να ανιχνευθούν τα αδύνατα σημεία της διαδικασίας και να γίνουν παρεμβάσεις για την ελαχιστοποίησή τους.

Ως βασικό εργαλείο για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε η χρήση μικρο-νανο-φουσαλίδων (MN-φουσαλίδων) όζοντος για τον εμπλουτισμό του νερού που χρησιμοποιείται στην όλη διαδικασία συντήρησης αλιευμάτων, συμπεριλαμβανομένου της παραγωγής πάγου.

Κατά την υλοποίηση του έργου, τα σημαντικότερα προβλήματα που παρουσιάστηκαν ήταν οι καιρικές συνθήκες οι οποίες πολλές φορές δεν επέτρεπαν την δειγματοληψία και οι καθυστερήσεις λόγω COVID19. Παρουσιάστηκαν επίσης διάφορα τεχνικά προβλήματα, κυρίως στις διατάξεις παραγωγής μικρο-νανο φουσαλίδων, τα οποία διευθετήθηκαν, απαιτώντας όμως χρονοβόρες και επίπονες επαναληπτικές διαδικασίες.

Τα γενικά συμπεράσματα του έργου είναι:

1. Η βέλτιστη απόδοση με μικρο-νανοφουσαλίδες όζοντος επιτεύχθηκε υπό χαμηλές θερμοκρασίες, με τεχνητή ψύξη της συσκευής παραγωγής μικρο-νανοφουσαλίδων.
2. Ο οζονοποιημένος πάγος με μικρο-νανοφουσαλίδες όζοντος, με την διάλυσή του στο νερό δεν διατηρεί για ικανή διάρκεια το όζον.
3. Είτε χρησιμοποιούμε οζονισμένο νερό είτε οζονισμένο πάγο, η συγκέντρωση δεν μπορεί να μετρηθεί (φωτομετρικά) στην συσκευασία με γαύρο, καθώς παρεμβάλλονται ουσίες (π.χ. αίμα) που εκκρίνονται από το ψάρι στο νερό.
4. Θα μπορούσαν να υπάρξουν καλύτερα αποτελέσματα εφόσον ανανεώνεται κάθε μέρα το διάλυμα οζονοποιημένου νερού-πάγου στη συσκευασία του γαύρου κατά την διατήρησή του. Κάτι που όμως δυσχεραίνει την διαδικασία μεταφοράς του



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Ειδικότερα, ανά Ενότητα Εργασίας τα συμπεράσματα έχουν ως εξής:

Περιγραφή ΕΕ1: (Καταγραφή υπάρχουσας κατάστασης στη συντήρηση νωπών αλιευμάτων) καταγράφηκαν οι υφιστάμενες συνθήκες/πρακτικές της διακίνησης και εμπορίας του νωπού γαύρου «από το δίκτυο στο πιάτο». Η πληροφορία αυτή χρησιμεύει στην αναγνώριση των αδύνατων σημείων της διαδικασίας και στις επιπτώσεις τους στην ποιότητα του προϊόντος που φτάνει στον καταναλωτή. Επιπλέον, επιτρέπει την αναπαραγωγή των συνθηκών διακίνησης στο εργαστήριο ώστε οι όποιες στοχευμένες παρεμβάσεις για τη βελτίωσή τους να δοκιμαστούν πρώτα σε πειραματική κλίμακα προτού μεταφερθούν στις πραγματικές συνθήκες. Η μελέτη περιλαμβάνει καταγραφή των φυσικοχημικών παραμέτρων του περιβάλλοντος, και του μέσου συντήρησης (πάγος, νερό), όπως επίσης και μικροβιολογικές και βιοχημικές αναλύσεις σε δείγματα ιστών γαύρου στην αρχή και στο τέλος της τυπικής διαδικασίας συντήρησης (από το αλιευτικό σκάφος στον καταναλωτή)

Συμπεράσματα ΕΕ1:

Τα αποτελέσματα των παραδοτέων του ΠΕ01 παρουσιάζουν τις επιπτώσεις στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του γαύρου από τη διατήρησης και υπό τις τυπικές συνθήκες που εφαρμόζονται στο συσκευαστήριο της ιχθυόσκαλας Καβάλας (αναλογία πάγου-νερού με 3,5% αλάτι 1:1, ψύξη 1ο C), για τρεις ή τέσσερις ημέρες μετά την αλίευσή του. Όσον αφορά τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του γαύρου (υγρασία, ολικές πρωτεΐνες, ολικό λίπος, θερμοδομετρία, τέφρα), παρατηρήθηκαν αυξομειώσεις στις τιμές μεταξύ των δειγματοληψιών, συγκεκριμένα στο ολικό λίπος και στις ολικές πρωτεΐνες, με τις υψηλότερες τιμές, για αυτούς τους δύο διατροφικά σημαντικούς παράγοντες, να σημειώνονται τους μήνες Μάιο έως και Ιούλιο. Κατά συνέπεια, σ' αυτούς τους μήνες σημειώθηκε και η υψηλότερη θερμοδική αξία του αλιεύματος. Η διατήρηση του γαύρου υπό τις τυπικές συνθήκες και για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, δεν έδειξε να επηρεάζει σημαντικά τα προαναφερθέντα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του. Όσον αφορά τη μικροβιολογία του γαύρου, σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν τόσο μεταξύ των χρονικά διαφορετικών δειγματοληψιών, όσο και ως αποτέλεσμα τη διατήρησης του, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της κλασικής μικροβιολογικής ανάλυσης αλλά και της ανάλυσης του μικροβιώματος. Σύμφωνα με την ανάλυση του μικροβιώματος, η μικροβιακή ποικιλότητα στους ιστούς του γαύρου, διαφέρει σημαντικά μεταξύ των δειγματοληψιών ενώ διαφορές παρατηρούνται και μεταξύ των ιστών που εξετάστηκαν (μυϊκός ιστός, κεφαλή/εντόσθια). Στις περισσότερες περιπτώσεις, το μικροβίωμα μεταβάλλεται σημαντικά ως αποτέλεσμα του χρόνου διατήρησης του αλιεύματος. Αλλοιογόνοι ή και παθογόνοι οργανισμοί ανιχνεύθηκαν σε όλες τις δειγματοληψίες και με τις δύο αναλυτικές μεθόδους. Είναι πάντως σημαντικό να τονιστεί ότι το μικροβιακό φορτίο σε αλλοιογόνους οργανισμούς, μετά τη διατήρηση του γαύρου για τρεις ή τέσσερις ημέρες στις τυπικές συνθήκες, είναι αρκετά χαμηλότερο του αποδεκτού ορίου για την ασφάλεια των τροφίμων. Ως σχετική πληροφορία, σημειώνεται ότι κυρίαρχα γένη στο αρχικό μικροβιακό φορτίο των ψαριών είναι τα *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Photobacterium*, *Arthrobacter*, *Aeromonas*, *Psychrobacter*, *Shewanella*, και *Chryseobacterium*. Αν και αρκετά βακτήρια μπορούν να παραγάγουν ισταμίνη (πχ. *Morganella morganii*, *Klebsiella pneumoniae*, *Hafnia alvei*, *Morganella psychrotolerans*, *Acinetobacter iwoffii*, *Plesiomonas shigelloides*, *Pseudomonas* spp., *Photobacterium* spp., *Aeromonas* spp., *Vibrio* spp.,



Clostridium spp., *Proteus* spp., *Serratia* spp., *Enterobacter* spp., *Staphylococcus* spp.) μόνο μια μειοψηφία των αλλοιογόνων οργανισμών μπορεί να ανταγωνιστεί τα άλλα βακτήρια και να αναπτυχθεί σε ικανό αριθμό, ιδίως όταν το αλεύμα διατηρείται σε συνθήκες ψύξης, ώστε να οδηγήσουν στην οργανοληπτική απόρριψη του προϊόντος (Bozianis & Parlapani, 2017). Κατά τη διατήρηση ιχθύων στη ψύξη, τα γένη *Pseudomonas*, *Shewanella*, *Aeromonas*, *Photobacterium*, *Brochothrix*, και *Serratia* είναι αυτά που βαθμιαία επικρατούν. Στη διατήρηση των ψαριών παρουσία οξυγόνου τα πιο κοινά γένη είναι τα *Pseudomonas*, *Shewanella*, και *Aeromonas* είναι τα κύρια γένη της μικροβιακής κοινότητας, ενώ σε συνθήκες μειωμένου οξυγόνου (συσσκευασίες υπό κενό, τροποποιημένες ατμόσφαιρες) επικρατούν τα *Brochothrix*, *Serratia*, και *Photobacterium*. Η ανάλυση των λιπαρών οξέων (προφίλ λιπαρών οξέων) στο μυϊκό ιστό του γαύρου έδειξε επίσης διαφορές μεταξύ των χρονικά διαφορετικών δειγματοληψιών. Όσον αφορά τα δύο λιπαρά οξέα, το DHA και το EPA, που κρίνονται ως πολύ σημαντικά για τη διατροφή και υγεία του ανθρώπου, οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις μετρήθηκαν στο δείγμα του Σεπτεμβρίου και οι μικρότερες στο δείγμα του Ιουνίου. Στο ολικό λίπος, ο χρόνος διατήρησης δε φαίνεται να επηρεάζει το προφίλ των λιπαρών οξέων καθώς δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Διαφορές όμως προκύπτουν τόσο στα δύο κλάσματα του ολικού λίπους (πολικά και ουδέτερα λιπίδια), όσο και στις κατηγορίες των λιπιδίων αυτών των κλασμάτων, σύμφωνα με την ανάλυση της χρωματογραφίας λεπτής στοιβάδας. Αυτές αφορούν στις συγκεντρώσεις λιπαρών οξέων σε ορισμένες κατηγορίες λιπιδίων, κυρίως στο πολικό λίπος, όπως και στην αναλογία κορεσμένων προς πολυακόρεστων λιπαρών οξέων. Αυτές οι διαφορές, προφανώς, είναι αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτόλυσης των νεκρών κυττάρων στους ιστούς του ψαριού και της συνεπαγόμενης οξειδωσης των λιπιδίων. Παρατηρείται συνεπώς μια μικρή υποβάθμιση του προϊόντος, όσον αφορά αυτόν τον ποιοτικό δείκτη, ως αποτέλεσμα της διατήρησης του στο χρονικό διάστημα και στις συνθήκες που εξετάστηκαν. Τέλος, η ανάλυση του πρωτεόματος του γαύρου, στο επίπεδο που αυτή επιτεύχθηκε στο παρόν ΠΕ, επίσης δείχνει ότι η διατήρηση του γαύρου επιφέρει την αποδόμηση αρκετών πρωτεϊνών στο μυϊκό ιστό του ψαριού. Σημαντικά συμπεράσματα προκύπτουν και από τον οργανοληπτικό έλεγχο που διενεργήθηκε στα δείγματα γαύρου από τις διαφορετικές δειγματοληψίες. Σε όλες τις περιπτώσεις και σύμφωνα με τους οργανοληπτικούς δείκτες που εξετάστηκαν, σημειώθηκε σημαντική υποβάθμιση του προϊόντος μετά τη διατήρησή του, ιδιαίτερα όταν αυτή είχε διάρκεια μεγαλύτερη των τριών ημερών από την ημέρα αλίευσης (πχ δειγματοληψία Μαρτίου). Σε όλες τις περιπτώσεις, εκτός του δείγματος Μαρτίου, οι τιμές βαθμολόγησης ήταν σαφώς καλύτερες του αποδεκτού ορίου. Σύμφωνα με τα παραπάνω, ο γαύρος που διατηρείται στις τυπικές συνθήκες για τρεις τουλάχιστον ημέρες μετά την αλίευσή του, εξακολουθεί να διαθέτει σε μεγάλο βαθμό όλα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τα οποία του προσδίδουν υψηλή διατροφική αξία. Επιπλέον, θεωρείται ασφαλής για κατανάλωση από τον άνθρωπο.

Περιγραφή ΕΕ2: (Χειρισμοί και βελτιώσεις επί της υπάρχουσας διαδικασίας) σε εργαστηριακές/πειραματικές συνθήκες που προσομοίαζαν τις πραγματικές εξετάστηκαν και συγκρίθηκαν με τα αποτελέσματα της ΕΕ1, οι επιδράσεις στοχευμένων αλλαγών και βελτιώσεων (χρήση νερού με διαλυμένο όζον, διαφορετικές συγκεντρώσεις άλατος στο εναιώρημα πάγου) στα οργανοληπτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του νωπού γαύρου κατά τη διάρκεια συντήρησής του



(4-7 ημέρες) σε πάγο. Περιλαμβάνει μικροβιολογικές και βιοχημικές αναλύσεις σε δείγματα ιστών γαύρου από την αρχή και το τέλος της πειραματικής διαδικασίας συντήρησης.

Συμπεράσματα ΕΕ2:

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως (Παραδοτέο 1, Παραδοτέο 2.2) τα ποιοτικά φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του γαύρου (περιεκτικότητα σε υγρασία, πρωτεΐνες, λίπος) παρουσιάζουν χρονικές/εποχικές διαφορές. Οι διαφορές αυτές, που προφανώς οφείλονται σε περιβαλλοντικούς αλλά και σε βιολογικούς παράγοντες, ενδογενείς στο ίδιο το ψάρι (αναπαραγωγική περίοδος, ηλικιακή κλάση, ποιότητα της διαθέσιμης τροφής), επηρεάζουν και αντανακλώνται στα αποτελέσματα των αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο του Παραδοτέου 2.2. Έχοντας αυτό υπόψη, η ποιότητα του γαύρου κατά τη διατήρησή του για τρεις έως τέσσερις ημέρες σε συνθήκες ψύξης, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των φυσικοχημικών, βιοενζυμικών αναλύσεων, των αναλύσεων των βιογενών αμινών και της οργανοληπτικής ανάλυσης, δε φαίνεται να επηρεάζεται από την προσθήκη όζοντος στην τυπική συσκευασία (3,5% αλάτι) ή από το συνδυασμό όζοντος και αυξημένης αλατότητας (5% αλάτι). Όσον αφορά τις παραπάνω αναλύσεις, μόνο στον οργανοληπτικό έλεγχο παρατηρείται σημαντική υποβάθμιση, ενώ όλοι οι υπόλοιποι ποιοτικοί δείκτες παραμένουν σε επίπεδα πολύ κοντά σε αυτά που μετρήθηκαν στο ψάρι την ημέρα αλίευσης. Επίδραση του όζοντος, από μόνο του ή σε συνδυασμό με αυξημένη αλατότητα, παρατηρήθηκε στη μικροβιολογική ανάλυση - ιδιαίτερα στην ανάλυση του μικροβιώματος - όπως και στην ανάλυση του λίπους του μυϊκού ιστού και στην πρωτεομική ανάλυση. Στην ανάλυση του μικροβιώματος, η παρουσία όζοντος έδειξε να έχει δράση σε ορισμένα μικροβιακά γένη με αλλοιογόνες ιδιότητες, αλλά αυτή φαίνεται να εξαρτάται από το εξεταζόμενο δείγμα (μυϊκός ιστός – κεφαλή/εντόσθια, νερό συσκευασίας), όπως επίσης και από την εποχή (χρονική περίοδο/μήνα) της δειγματοληψίας. Σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν στη σύσταση του μικροβιώματος στα διαφορετικά αυτά δείγματα, γεγονός που ενισχύει την άποψη ότι η δράση του όζοντος μπορεί να περιορίζεται από την παρουσία συγκεκριμένων μικροοργανισμών και από τις αλληλεπιδράσεις τους. Όσον αφορά τις διαφορές που παρατηρήθηκαν μεταξύ μυϊκού ιστού και κεφαλής/εντόσθιων, μια άλλη πιθανή εξήγηση είναι ότι το όζον (ή η απαραίτητη δραστική ποσότητά του) δεν μπορεί να εισχωρήσει στα εσωτερικά όργανα του ψαριού (πχ. πεπτικό σύστημα) και συνεπώς να μην έχει τα αποτελέσματα που παρατηρούνται στο μυϊκό ιστό. Τα αποτελέσματα αυτά χρήζουν περαιτέρω ανάλυσης για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων και την επιβεβαίωση των παραπάνω υποθέσεων. Η ανάλυση του λίπους του μυϊκού ιστού, έδειξε πως το όζον έχει θετική επίδραση ως προς τη διατήρηση των υψηλών ποσοστών του DHA στο ολικό λίπος, αλλά δε μπορεί να αποτρέψει την οξείδωση των τριγλυκεριδίων με αποτέλεσμα σημαντικό ποσοστό του DHA να βρίσκεται στα ελεύθερα λιπαρά οξέα, καθιστώντας το πιο ευάλωτο στην περαιτέρω οξείδωση του. Τα αποτελέσματα της πρωτεομικής ανάλυσης έδειξαν επίσης μια θετική επίδραση του όζοντος, από μόνο του ή και σε συνέργεια με αυξημένη αλατότητα στο νερό συσκευασίας, στην επιβράδυνση της αποδόμησης κάποιων σημαντικών πρωτεϊνών του μυϊκού ιστού (ακτίνη, ισότυπους/ισομορφές της μυοσίνης, παρβαλπουμίνη). Όπως προαναφέρθηκε, οι ίδιες αυτές πρωτεΐνες επηρεάζονται σημαντικά στο μυϊκό ιστό του λαβρακιού κατά τη διατήρησή του σε συνθήκες ψύξης (Terova et al., 2011). Επισημαίνεται πάντως ότι αυτά τα αποτελέσματα αφορούν στο ραχιαίο μυ του γαύρου, ενώ κατά τη διατήρησή του το σημαντικότερο πρόβλημα παρατηρείται στην κοιλιακή χώρα (ρήξη) το οποίο επηρεάζει σημαντικά και τη βαθμολόγηση στον οργανοληπτικό έλεγχο (βλ. σχετικό Πίνακα



στο Παραδοτέο 1.2). Στη συγκεκριμένη ανάλυση ο ραχιαίος μυς επιλέχθηκε, έναντι ιστού από την κοιλιακή χώρα, για να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα επιμόλυνσης του από πρωτεΐνες άλλων ιστών είναι μικρή.

Περιγραφή ΕΕ3: (Ανάπτυξη συστήματος/συσκευής παραγωγής MN-φουσαλίδων όζοντος) εστιάζεται στην πειραματική διερεύνηση διατάξεων και συνθηκών παραγωγής MN-φουσαλίδων από διάφορα αέρια και τον εργαστηριακό χαρακτηρισμό τους, μέσω συστηματικών μετρήσεων διαφόρων φυσικών παραμέτρων. Ο σκοπός είναι η πλήρως τεκμηριωμένη συμβολή των ανωτέρω τεχνολογιών στους στόχους του έργου και η προετοιμασία της κυρίως ερευνητικής φάσης της ΕΕ4.

Συμπεράσματα ΕΕ3:

Υλοποιήθηκαν όλα τα ανωτέρω. Έγινε διερεύνηση και εγκατάσταση – θέση σε λειτουργία τριών διαθέσιμων εμπορικά διατάξεων παραγωγής MN-φουσαλίδων. Υλοποιήθηκε τροποποίηση, κατάλληλη παραμετροποίηση και εγκατάσταση – θέση σε λειτουργία του εξοπλισμού παραγωγής MN-φουσαλίδων, που έχει ήδη αναπτύξει και κατασκευάσει το ΤΕΙ ΑΜΘ (ΔΙΠΑΕ).

Περιγραφή ΕΕ4: (Εφαρμογή της τεχνολογίας MN-φουσαλίδων στη συντήρηση νωπού γαύρου) στόχος είναι να εξεταστούν οι επιδράσεις των MN-φουσαλίδων όζοντος, από το σύστημα που αναπτύχθηκε στο ΕΕ03, στη βελτίωση της διαδικασίας συντήρησης νωπού γαύρου, εφαρμόζοντας τις αναλυτικές μεθόδους για τον προσδιορισμό των ποιοτικών χαρακτηριστικών του αλιεύματος που αναφέρονται στην ΕΕ01.

Συμπεράσματα ΕΕ4:

Παρήχθει νερό εμπλουτισμένο με διάφορες περιεκτικότητες όζοντος και διαφορετικά χαρακτηριστικά MN-φουσαλίδων και επίσης από αυτό το νερό παρήχθει και πάγος. Χρησιμοποιήθηκαν επιλεγμένες πειραματικές διατάξεις MN-φουσαλίδων, από τις συνολικά έξι (6) διαθέσιμες που μελετήθηκαν στο ΕΕ03, με βάση και τα αποτελέσματα που προέκυψαν στο ίδιο ΕΕ. Χρησιμοποιήθηκε επίσης αλατισμένο νερό (ή θαλασσινό), σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ΕΕ02. Αυτό προκειμένου να διερευνηθούν συστηματικά σε ελεγχόμενο εργαστηριακό περιβάλλον και να κατανοηθούν και να τεκμηριωθούν τεχνολογικά, οι επιπτώσεις των MN-φουσαλίδων όζοντος στη βελτίωση της διάρκειας ζωής του γαύρου, μέσω και συγκεκριμένων μετρήσεων ποιοτικών δεικτών (μικροβιακών, φυσικοχημικών, οργανοληπτικών και προτεομικών).

Δειγματοληψία 15-09-2022

Στη συγκεκριμένη δειγματοληψία δοκιμάστηκε η χρήση πάγου με μικροφουσαλίδες όζοντος (μΦ) στη συσκευασία διατήρησης του γαύρου. Για το σκοπό αυτό σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε στο Ινστιτούτο Αλιευτικής Έρευνας διάταξη παρασκευής πάγου με μΦ όζοντος, όπως περιγράφεται παρακάτω και παρουσιάζεται σχηματικά στην Εικόνα 1.

Στην πρώτη φάση της παρασκευής οζονισμένου πάγου, 10 L διαλύματος χλωριούχου νατρίου 3,5% στη δεξαμενή οζονισμού ψύχονται σε θερμοκρασία -1°C. Κατόπιν εισάγεται αέριο οξυγόνο στην αέρια φάση της διάταξης, αφαιρώντας παράλληλα τον ατμοσφαιρικό αέρα από τη δεξαμενή οζονισμού μέσω βαλβίδας, έτσι ώστε, η συγκέντρωση του οξυγόνου στην αέρια φάση να φτάσει το 100%. Στη δεύτερη φάση, ενεργοποιείται ο οζονιστής που απορροφά οξυγόνο από την αέρια φάση



της διάταξης και παρέχει όζον στο ακροφύσιο (πέτρα) διάχυσης. Η ανακύκλωση των αερίων μέσω του οζονιστή μετατραπεί σε όζον όλο το οξυγόνο που έχει προστεθεί αρχικά στην αέρια φάση της συσκευής. Παράλληλα, το υδατικό διάλειμμα 3,5% χλωριούχο νάτριο ψύχεται αργά από τους -1°C προς τους -18°C , μέχρι τη μετατροπή του υγρού διαλύματος σε πάγο. Η διαδικασία αυτή διαρκεί περίπου 8 ώρες. Παρατηρήθηκε ότι ο παραγόμενος με αυτή τη διαδικασία πάγος έχει αφρώδη μορφή και συνθλίβεται εύκολα. Η περιεκτικότητά του σε όζον μετρήθηκε στα 10 ppm, αμέσως μετά την απενεργοποίηση του οζονιστή. Μετρήσεις των διαστάσεων των φυσαλίδων όζοντος στον πάγο με τη χρήση οπτικού μικροσκοπίου, έδειξαν ότι αυτές κυμαίνονται μεταξύ 45 και 200 μm (βλ. <https://www.nanozon.gr/Gallery>, Μετρήσεις διαμετρήματος μικροφυσαλίδων) και εμπίπτουν, συνεπώς, στα όρια ορισμού μΦ (1-999 μm). Παρατηρήθηκε επίσης, ότι η συγκέντρωση του όζοντος μειώνεται σχετικά γρήγορα, ακόμα κι όταν ο πάγος συντηρείται στην κατάψυξη, με αποτέλεσμα σε 12 ώρες από την παρασκευή του, να μετρούνται συγκεντρώσεις 1 ppm περίπου (90% απώλεια). Με αυτά τα δεδομένα, καθώς δε μπορεί να παραχθεί οζονισμένος πάγος στο αλιευτικό σκάφος, αλλά ούτε και να αποθηκευτεί ο πάγος για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς την ολοκληρωτική απώλεια του όζοντος, το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε προέρχονταν από το συσκευαστήριο της Ιχθυόσκαλας Καβάλας. Στις εγκαταστάσεις της Ιχθυόσκαλας, ετοιμάστηκε μία συσκευασία με την τυπική διαδικασία που ακολουθείται εκεί (βλ. ΠΕ01) και μία δεύτερη στην οποία προστέθηκε ο οζονισμένος πάγος. Η περιεκτικότητα σε όζον του πάγου αμέσως μετά την τοποθέτηση του στη συσκευασία μετρήθηκε στο 1,01 ppm. Οι συσκευασίες μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο και διατηρήθηκαν για τρεις επιπλέον ημέρες σε ψυκτικό θάλαμο (1°C).

Στη συγκεκριμένη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκαν οι αναλύσεις υγρασίας, πρωτεϊνών, ολικού λίπους, θερμοδομετρίας και ανάλυση του προφίλ των λιπαρών οξέων στο μυϊκό ιστό (φίλετο) του γαύρου, ανάλυση των λιπιδίων με χρωματογραφία λεπτής στοιβάδας, πρωτεομική ανάλυση, βιοενζυμική ανάλυση, ανάλυση βιογενών αμινών, καθώς και μικροβιολογικές αναλύσεις, τόσο με κλασικές όσο και με μοριακές μεθόδους, στο ψάρι και στο νερό συσκευασίας. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε οργανοληπτικός έλεγχος. Πρέπει να σημειωθεί, όπως και θα γίνει αντιληπτό από τον οργανοληπτικό έλεγχο, ότι η ποιότητα των αρχικών δειγμάτων τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση, δεν ήταν καλή.

Περιγραφή ΕΕ5: (Πιλοτική Βιομηχανική Εφαρμογή) αφορά σε επαλήθευση – επικύρωση της προτεινόμενης τεχνολογικής καινοτομίας σε πραγματικές συνθήκες και η ανατροφοδότηση με τις απόψεις – επισημάνσεις των τελικών χρηστών (end-users) προκειμένου να καταγραφούν και να αντιμετωπιστούν, τόσο τεχνολογικά όσο και επιχειρησιακά θέματα που θα προκύψουν.

Συμπεράσματα ΕΕ5:

Εγκατάσταση και θέση σε λειτουργία, επικύρωση τεχνολογιών και επαλήθευση λειτουργικότητας. Δημιουργία ροής εργασιών με τις καινοτόμες διαδικασίες συντήρησης αλιευμάτων. Βελτιώσεις στην παραμετροποίηση και στις ρυθμίσεις των υποσυστημάτων και επανεκτέλεση πειραμάτων. Η πιλοτική εφαρμογή, εκτός των άλλων επέτρεψε και τον εντοπισμό σημείων που χρήζουν βελτίωση όσον αφορά στην οικονομική απόδοση του συστήματος, προκειμένου αυτό να είναι διαθέσιμο σε ανταγωνιστικές τιμές, τόσο ως σύστημα αλλά και ως διαδικασία. Περιλαμβάνει επίσης την «Μελέτη



Επιχειρηματικής Αξιοποίησης» (Cost-Benefits Analysis) και «Προμελέτη τυποποίησης – Πιστοποίησης»

Δειγματοληψία κατά την πιλοτική εφαρμογή στην Ιχθυόσκαλα Καβάλας

Στα δείγματα που εξετάστηκαν χρησιμοποιήθηκε οζονισμένος πάγος που παράχθηκε με τη συστοιχία παραγωγής νανοφουσαλιδών όζοντος που έχει τοποθετηθεί στην ιχθυόσκαλα Καβάλας. Η δειγματοληψία δεν κατέστη δυνατό να πραγματοποιηθεί εγκαίρως λόγω προβλημάτων στη σταθεροποίηση των νανοφουσαλιδών όζοντος στον πάγο, ενώ σημαντικοί παράγοντες στην καθυστέρηση ήταν η μειωμένη αλιευτική δραστηριότητα των γρι-γρι στην αλιεία του γαύρου τους μήνες Δεκέμβριο-Ιανουάριο, όπως επίσης και οι καιρικές συνθήκες που επικρατούσαν τους συγκεκριμένους μήνες και περιόριζαν περαιτέρω την αλιευτική δραστηριότητα. Λόγω περιορισμένων πόρων και χρόνου, οι αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν στα δείγματα δεν περιλαμβάνουν την ανάλυση του μικροβιώματος, τις βιοενζυμικές αναλύσεις και την ανάλυση του προφίλ των λιπαρών οξέων στις κατηγορίες των λιπιδίων. Η μικροβιολογική ανάλυση με κλασικές μεθόδους πραγματοποιήθηκε στα δείγματα που διατηρήθηκαν για τέσσερις ημέρες.