



Πρόγραμμα SlurryFish με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΚΩΔ. ΟΠΣ/ΜΙΣ 5010939

“Μελέτη και εφαρμογή καινοτόμων μεθόδων στα στάδια της αλίευσης και της επεξεργασίας για τη βελτίωση της ποιότητας και της διατηρησιμότητας των ιχθυηρών”

Δρ. Θεοφανία Τσιρώνη
Χημικός Μηχανικός, MPh, PhD
Επίκουρη Καθηγήτρια ΓΠΑ

Δρ. Αθηνά Ντζιμάνη
Χημικός MSc, PhD
Μεταδιδακτορική ερευνήτρια ΕΜΠ

Slurry Fish ΦΟΡΕΙΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο



Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ	€ 524.359,05
Ημερομηνία έναρξης	13.06.2018
Ημερομηνία λήξης	31.05.2022



Philosofish AE

Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων Σχολή Χημικών Μηχανικών

Δρ. Ταούκης Πέτρος

Καθηγητής ΕΜΠ (Συντονιστής)

Δρ. Δερμεσονλούογλου Ευφημία

Χημικός Μηχανικός, PhD, Ε.ΔΙ.Π.

Δρ. Θεοφάνια Τσιρώνη

Χημικός Μηχανικός, MPh, PhD, Επ. Καθηγήτρια ΓΠΑ

Δρ. Αθηνά Ντζιμάνη

Χημικός MSc, PhD

Ναταλία Σταυροπούλου

Υπ. Διδάκτωρ

Ι.Σεμένογλου

Υπ. Διδάκτωρ

Εργαστήριο Γενετικής, Συγκριτικής και Εξελικτικής Βιολογίας Τμήμα Βιοχημείας & Βιοτεχνολογίας

Δρ. Αικατερίνη Μούτου

Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΠΘ (Επιστημ. Υπεύθυνη)

Δρ. Ζήσης Μαμούρης

Καθηγητής ΠΘ

Δρ. Κωνσταντίνος Σταμάτης

Πτυχιούχος Φυτικής & Ζωικής Παραγωγής, PhD, Ε.ΔΙ.Π.

Ραφαήλ Αγγελακόπουλος

Υπ. Διδάκτωρ

Νίκος Λυμπέρης

Βιολόγος, MSc, Διευθύνων Σύμβουλος

Ξυδιά Δήμητρα

Επόπτης Δημόσιας Υγείας/ Υγιεινολόγος, Υπεύθυνη
Διασφάλισης Ποιότητας και Ποιοτικού ελέγχου

Μάρκος Κολυγάς

Ιχθυολόγος, MSc, PhD

Π. Μπισσάκος

Α. Μασιάλας

Ε. Αυγουστάτος

Χ. Τσιναρόγλου

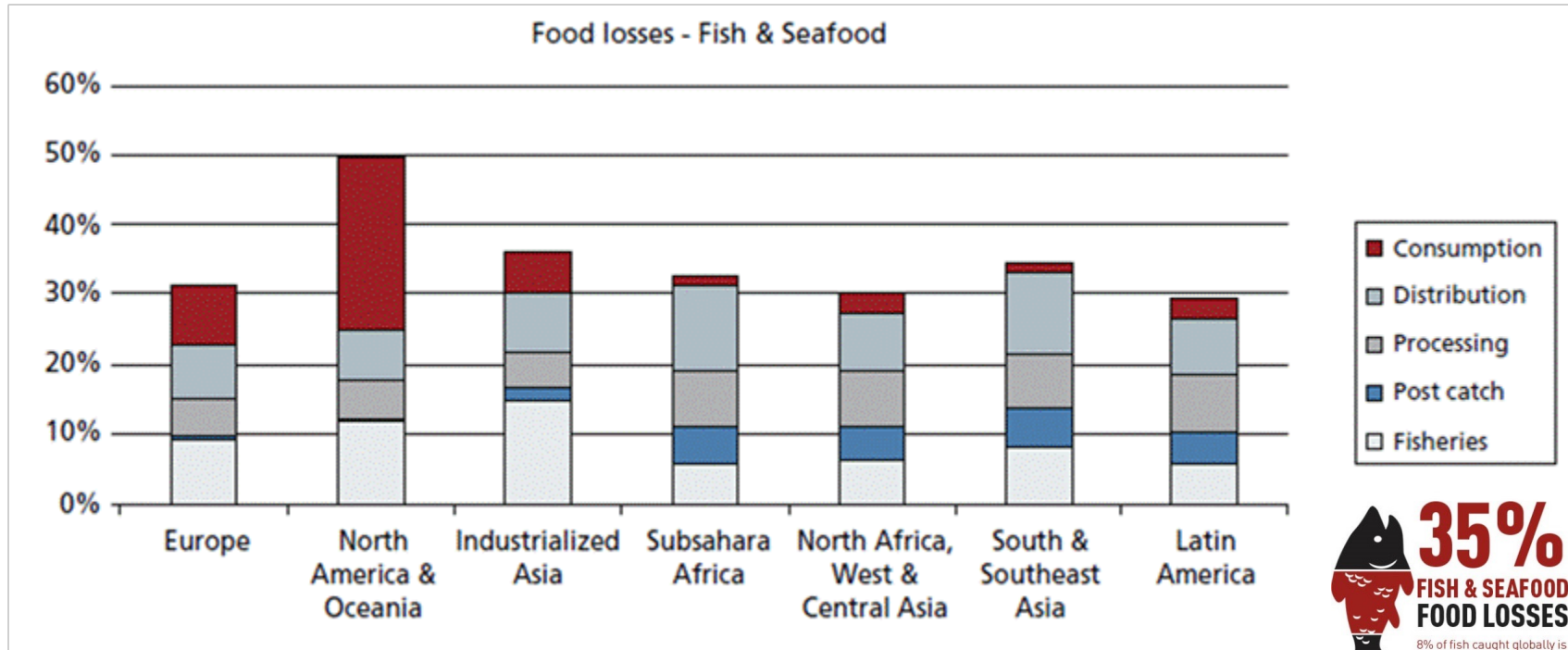
Ι. Σαρακιώτης

Γ. Ποταμιάς

Δ. Δεδελούδης

Π. Μαρούλης

Food waste in the cold chain – Fish & seafood



35%
FISH & SEAFOOD
FOOD LOSSES
 8% of fish caught globally is thrown back into the sea. In most cases they are dead, dying or badly damaged.



Food and Agriculture Organization of the United Nations



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
 Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων



ΕΣΠΑ 2014-2020
 ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

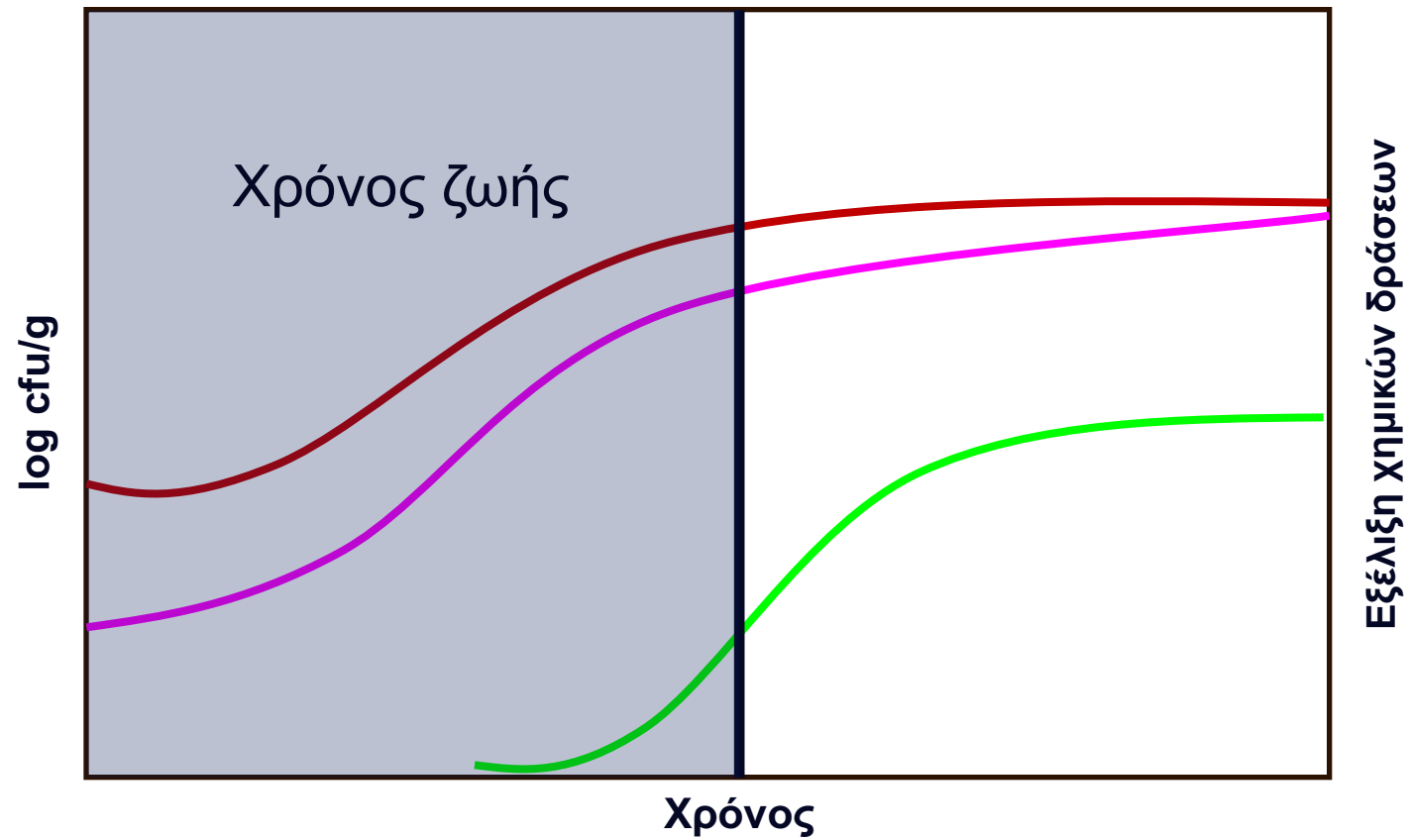


Μηχανισμός αλλοίωσης ιχθυηρών

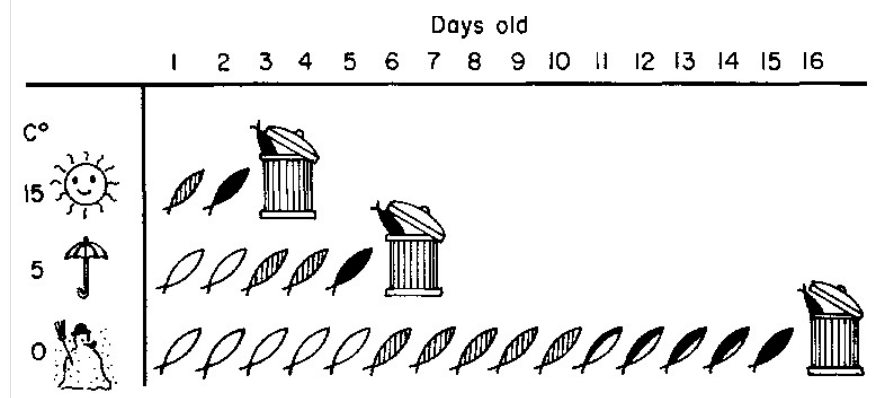
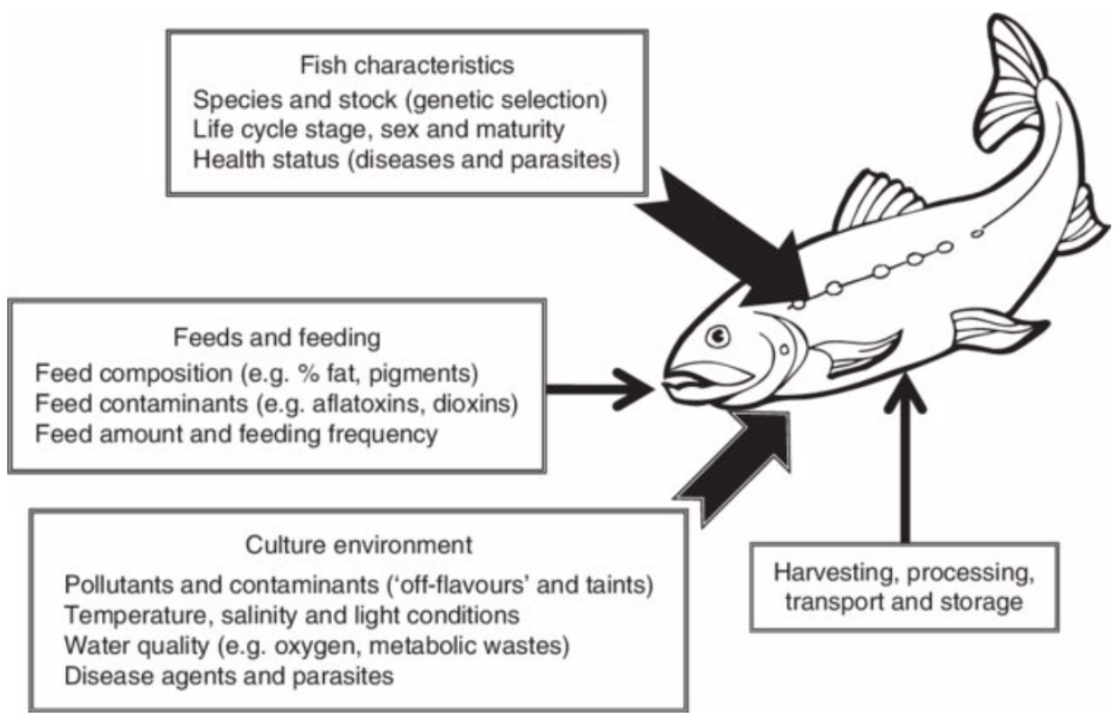
Το τελικό προϊόν της ελληνικής ιχθυοκαλλιέργειας είναι το φρέσκο ψάρι και η διατήρηση της φρεσκότητάς του για χρονικό διάστημα που διευκολύνει τις εξαγωγές και τη μεταφορά του είναι μια μεγάλη πρόκληση που πρέπει να αντιμετωπίσει η ελληνική ιχθυοκαλλιέργεια ώστε να εξασφαλίσει τη βιωσιμότητα της και να διευρύνει τις αγορές της.

- Μικροβιακή αλλοίωση
- Χημικές μεταβολές
- Υποβάθμιση οργανοληπτικών χαρακτηριστικών

- OMX
- SSO
- Χημικές δράσεις



Παράγοντες που καθορίζουν την ποιότητα της σάρκας των εκτρεφόμενων ιχθύων



Source: www.fao.org

Jobling M. (2010) *Fish Culture: Achievements and Challenges*. In: *Finfish aquaculture diversification*.

SCIENTIFIC OPINION

Guidance on Risk Assessment for Animal Welfare¹

EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW)^{2,3}

European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy

Welfare of farmed fish: Common practices during transport and at slaughter

Final Report

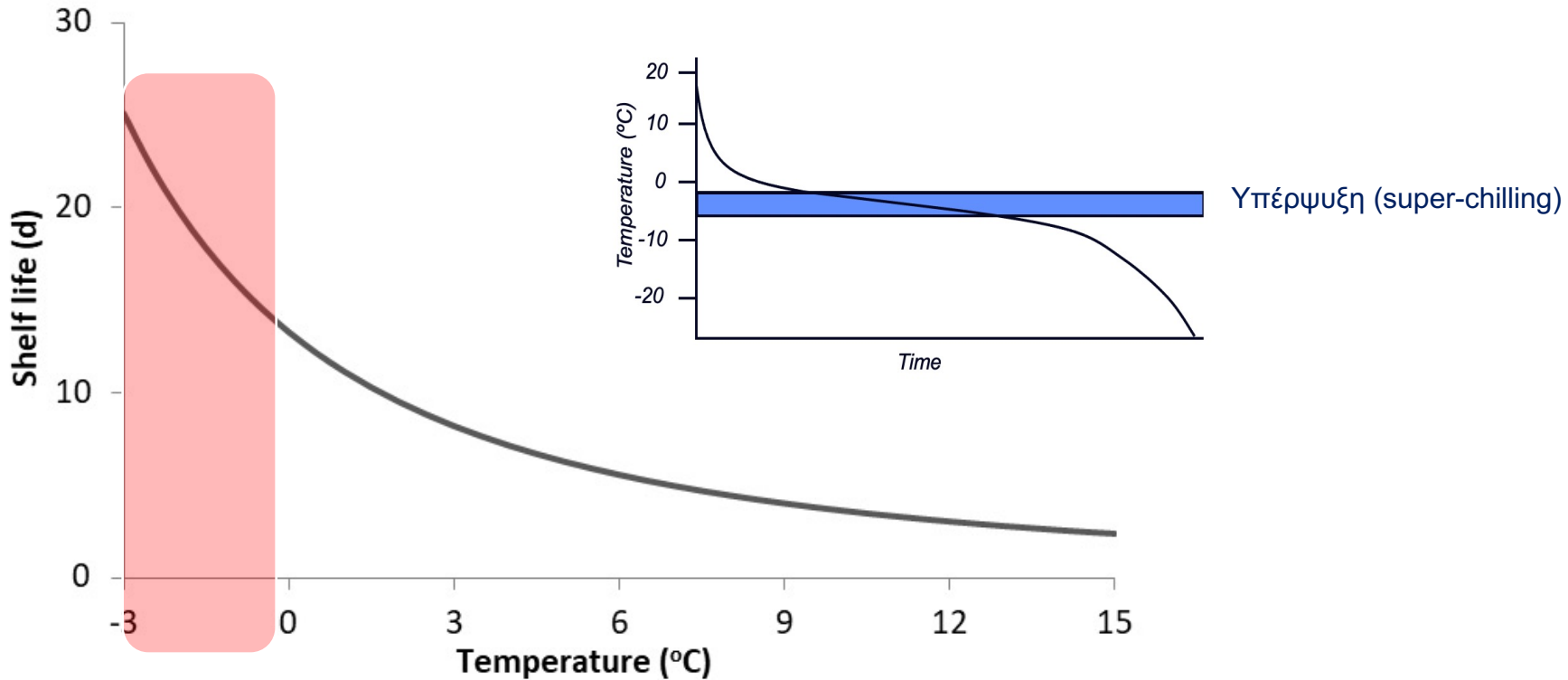
September - 2017



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH



Επίδραση της θερμοκρασίας συντήρησης στο χρόνο ζωής των ιχθύων



Aquaculture and Fisheries 2 (2017) 39–47



Contents lists available at ScienceDirect

Aquaculture and Fisheries

journal homepage: www.keaipublishing.com/en/journals/aquaculture-and-fisheries/



Original research article

Effect of storage temperature and osmotic pre-treatment with alternative solutes on the shelf-life of gilthead seabream (*Sparus aurata*) fillets

Theofania N. Tsironi*, Petros S. Taoukis

National Technical University of Athens, School of Chemical Engineering, Laboratory of Food Chemistry and Technology, Greece



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



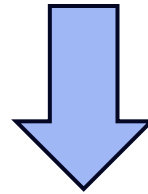
Ε.Π. ΑΛΙΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΑΣ
2014 - 2020



ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ- ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ

1. Αποτελεσματικότερη διαχείριση της θερμοκρασίας κατά την αλίευση, τη μεταφορά και την αποθήκευση των ιχθυηρών
2. Ελάττωση του αρχικού μικροβιακού φορτίου των ιχθυηρών και των προϊόντων τους
3. Γενετική επιλογή για μείωση των ενδογενών παραγόντων υποβάθμισης της φρεσκάδας



Επιβράδυνση των βιοχημικών και μικροβιολογικών μηχανισμών που κινητοποιούνται με την αλίευση και ευθύνονται για τη σταδιακή υποβάθμιση του προϊόντος.

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Αντικείμενο του προτεινόμενου έργου είναι η ανάπτυξη και εφαρμογή νέων, βελτιωμένων παρεμβάσεων στο στάδιο της αλίευσης και επεξεργασίας ιχθυηρών, με απώτερο στόχο τη βελτίωση της ποιότητας του τελικού προϊόντος και την επέκταση της διατηρησιμότητάς του.

Επιμέρους στόχοι του έργου είναι:

1. η ανάπτυξη και εφαρμογή εναλλακτικών πρωτοκόλλων κατά την αλίευση και η μελέτη της επίδρασής τους στην ποιότητα και τη διατηρησιμότητα των ιχθύων, και
2. η μελέτη και εφαρμογή ενός σταδίου εξυγίανσης του νερού που χρησιμοποιείται για το πλύσιμο των ιχθύων για τη βελτίωση της ποιότητας και την επέκταση της διατηρησιμότητάς τους
3. η μελέτη της επίδρασης όλων των παραπάνω παρεμβάσεων στους βιοχημικούς μηχανισμούς που καθορίζουν την ποιότητα του φρέσκου προϊόντος μετά την αλίευση
4. ο προσδιορισμός της γενετικής βάσης της φρεσκότητας και της αλληλεπίδρασής της με τις μεθόδους εξαλίευσης.



ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΠΡΟΣΚΛΗΣΗΣ

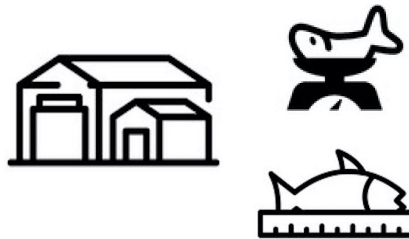
- Εφαρμοσμένη χρήση της γνώσης με σκοπό την ανάπτυξη και βελτίωση εναλλακτικών χειρισμών και πρωτοκόλλων κατά την αλίευση των ιχθύων για την παραγωγή προϊόντων με βελτιωμένη ποιότητα και διατηρησιμότητα (ΠΕ1).
- Αξιοποίηση νέας και υφιστάμενης γνώσης από τους τομείς της τεχνολογίας και επεξεργασίας τροφίμων για τη μετατροπή της ιδέας σε προϊόντα υδατοκαλλιέργειας (ΠΕ2).
- Για πρώτη φορά επιχειρείται μια συνδυαστική προσέγγιση που λαμβάνει υπόψη τόσο τεχνολογικές λύσεις όσο και τα στοιχεία της βιολογίας των ψαριών που έχουν γνωστή και σημαντική επίδραση στη ποιότητα του φρέσκου προϊόντος (ΠΕ3 και ΠΕ4).
- Οι στόχοι και τα αποτελέσματα του έργου αναφέρονται σε βιώσιμες καινοτόμες μεθόδους παραγωγής και περιορίζουν την επίπτωση στο περιβάλλον (επέκταση διατηρησιμότητας → ελάττωση απωλειών).
- Τα αποτελέσματα του έργου υπόκεινται σε κατάλληλη δημοσιότητα (ΠΕ5).

ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΠΡΟΣΚΛΗΣΗΣ

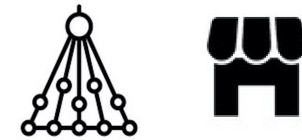
Στάδιο 1. Αλίευση και διακίνηση προς τη μονάδα επεξεργασίας



Στάδιο 2. Διαλογή και επεξεργασία-Συσκευασία



Στάδιο 3. Μεταφορά- Διακίνηση-Λιανική διάθεση



Αντικατάσταση συμβατικού πάγου με υγρό πάγο (χαμηλή T)



Ήπια οξίνιση του μείγματος πάγου-νερού (χαμηλό pH, αντιμικροβιακή δράση)



Επιφανειακή εξυγίανση με χρήση ήπιων διαλύματα οξέων (χαμηλό pH, αντιμικροβιακή δράση)

⇒ πλύσιμο ολόκληρων, απεντερωμένων και φιλετοποιημένων ιχθύων



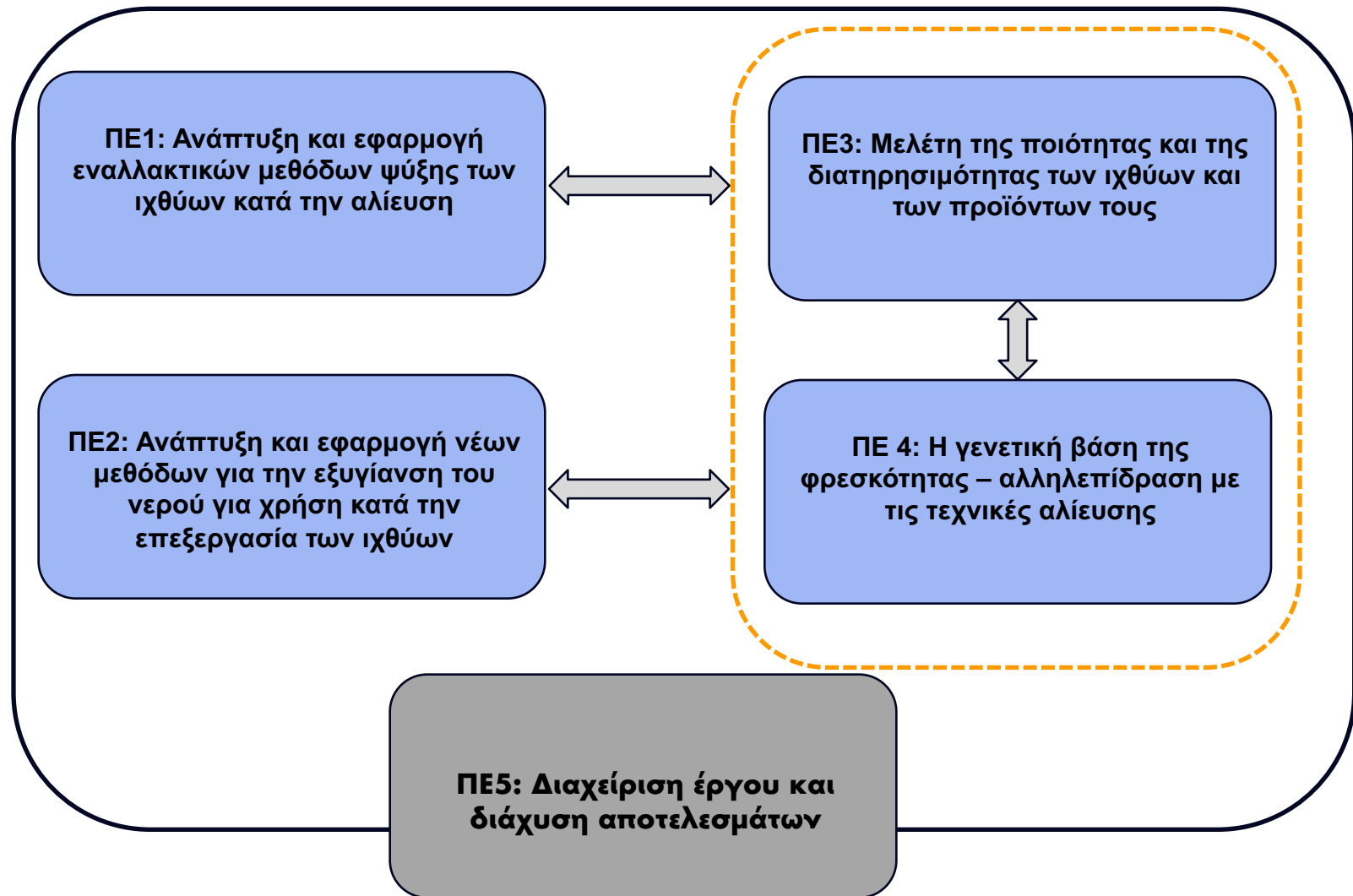
Αντικατάσταση συμβατικού πάγου με υγρό πάγο (χαμηλή T)

ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΑΜΟΙΒΑΙΑ ΟΦΕΛΗ

Η εφαρμογή των νέων και βελτιστοποιημένων μεθόδων θα επιτρέψει:

- Βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων ιχθυερών → παραγωγή προϊόντων ανώτερης ποιότητας με βελτιστοποιημένα φυσικοχημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά
- Επέκταση της διάρκειας ζωής των προϊόντων → ελάττωση απωλειών και συνολικού κόστους παραγωγής
- Κατάλληλος πειραματικός σχεδιασμός ώστε οι αλιεύσεις/ δειγματοληψίες να καλύπτουν όλες τις χρονικές περιόδους (εποχικότητα) → εκτίμηση της επίδρασης των περιβαλλοντικών συνθηκών στην αρχική ποιότητα και τη διατηρησιμότητα
- Ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων πρόβλεψης της ποιοτικής υποβάθμισης των ιχθύων και των προϊόντων τους κατά τη συντήρηση → βασικά εργαλεία για το σχεδιασμό και τη βελτιστοποίηση των συνθηκών αλίευσης και μεταποίησής τους

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ



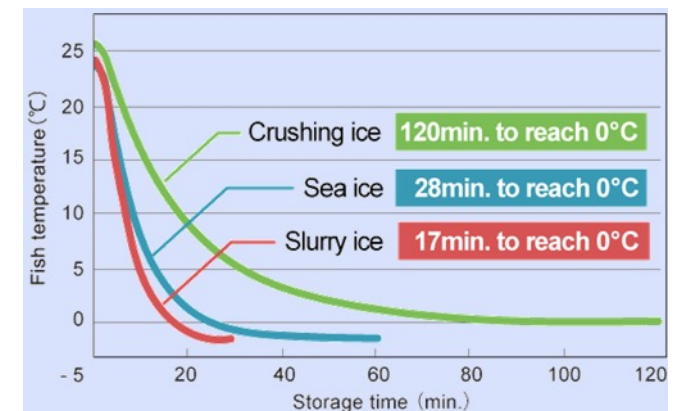
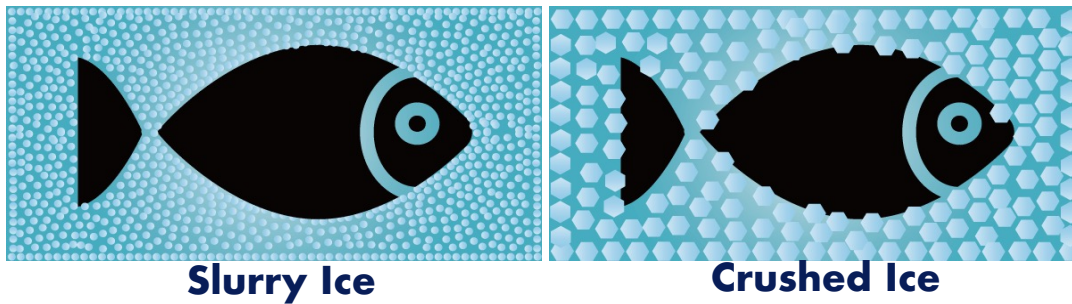
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

ΠΕ1: Ανάπτυξη και εφαρμογή εναλλακτικών μεθόδων ψύξης των ιχθύων κατά την αλίευση

Θα διερευνηθεί η εφαρμογή εναλλακτικής μεθόδου ψύξης για τη θανάτωση και την αποθήκευση των ψαριών (από την αλίευση ως τη συσκευασία και στη συνέχεια ως την κατανάλωση).

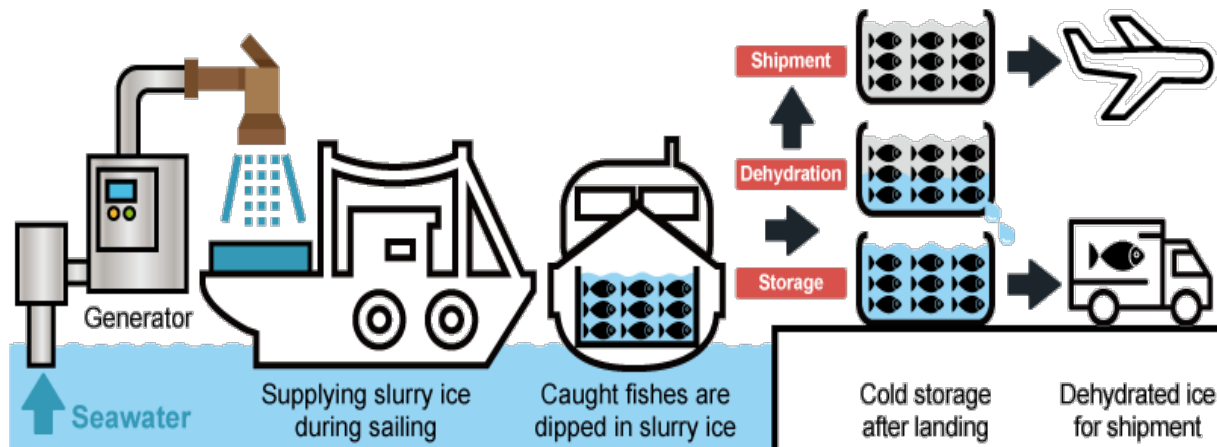
Υγρός πάγος (slurry ice) → μείγμα νερού-πάγου που επιτρέπει τη θερμοκρασία να διατηρείται σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των 0°C.

Διφασικό σύστημα: αποτελείται από μικρά σφαιρικά κομμάτια πάγου (διαμέτρου 0.1-1 mm) τα οποία περιβάλλονται από θαλασσινό νερό σε θερμοκρασίες < 0°C.



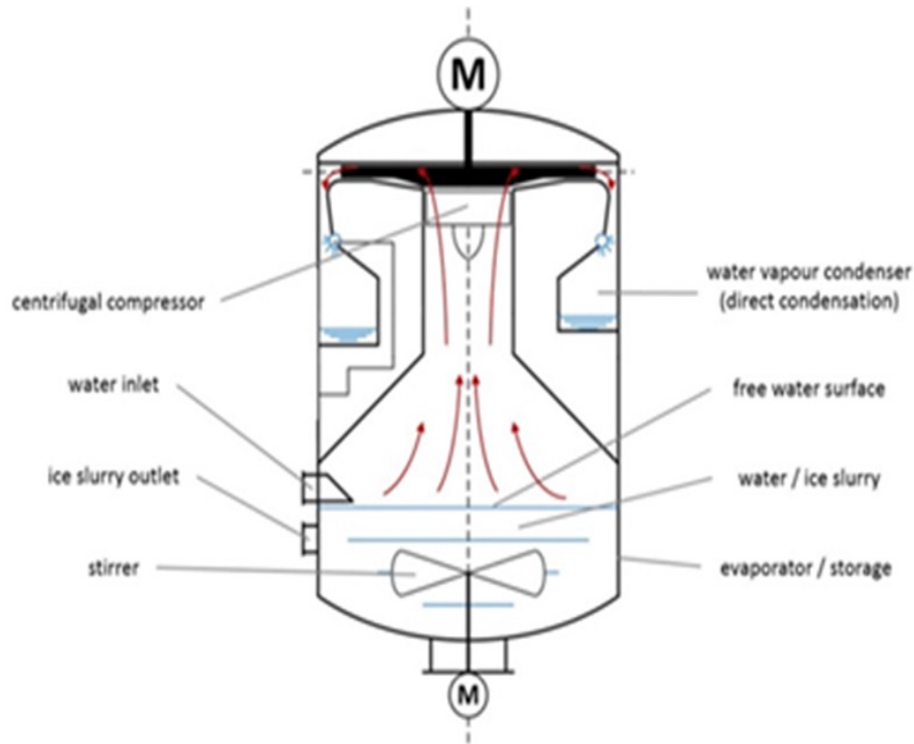
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Εφαρμογές υγρού πάγου



ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Σχηματική απεικόνιση παραγωγής υγρού πάγου



ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Εγκατάσταση εξοπλισμού παραγωγής υγρού πάγου στην εταιρία Philosofish (Λάρυμνα)



ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Πλεονεκτήματα υγρού πάγου

- ✓ Μείωση της θερμοκρασίας
- ✓ Ταχύτερος ρυθμός μεταφοράς της θερμότητας μεταξύ του μέσου ψύξης και ιχθύος
- ✓ Πιο ικανοποιητική επαφή με το προϊόν
- ✓ Μειωμένη αποβολή υγρασίας από την επιφάνεια του αλιεύματος
- ✓ Ελάττωση της μηχανικής καταπόνησης των ιχθύων

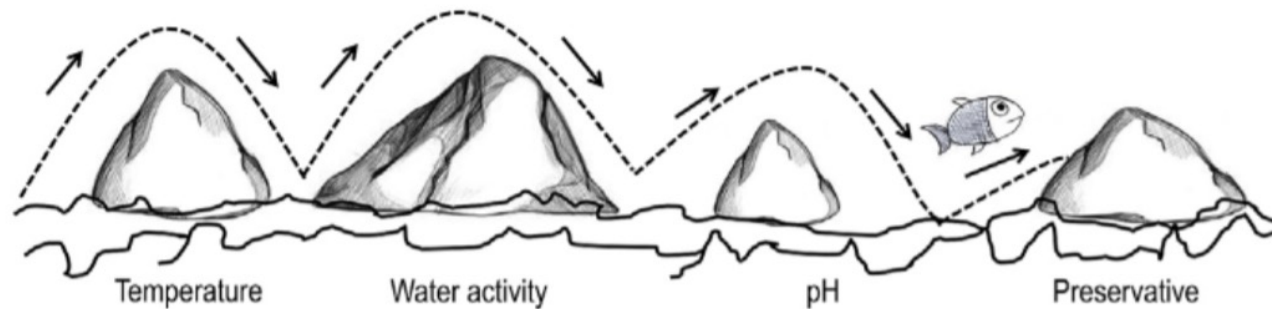
- ✓ Δυνατότητα ρύθμισης πάγου έως και 60% και την αλατότητα σε 2-3%



- ✓ Μέγιστη διατήρηση των ιχθύων
- ✓ Πλήρης κάλυψη σώματος ψαριού
⇒ αποφυγή άμεσης επαφής με O₂, επιβράδυνση οξείδωσης λιπαρών



Τεχνολογία εμποδίων (hurdle technology) για την επέκταση του χρόνου ζωής των τροφίμων



Aquaculture and Fisheries 5 (2020) 65–71



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Aquaculture and Fisheries

journal homepage: <http://www.keaipublishing.com/en/journals/aquaculture-and-fisheries>



Review article

Hurdle technology for fish preservation

Theofania Tsironi^{a,*}, Dimitra Houhoula^b, Petros Taoukis^c

^a Agricultural University of Athens, Department of Food Science and Human Nutrition, Laboratory of Food Process Engineering, Greece

^b Department of Food Science and Technology, Faculty of Food Sciences, University of West Attica, Athens, Greece

^c National Technical University of Athens, School of Chemical Engineering, Laboratory of Food Chemistry and Technology, Greece

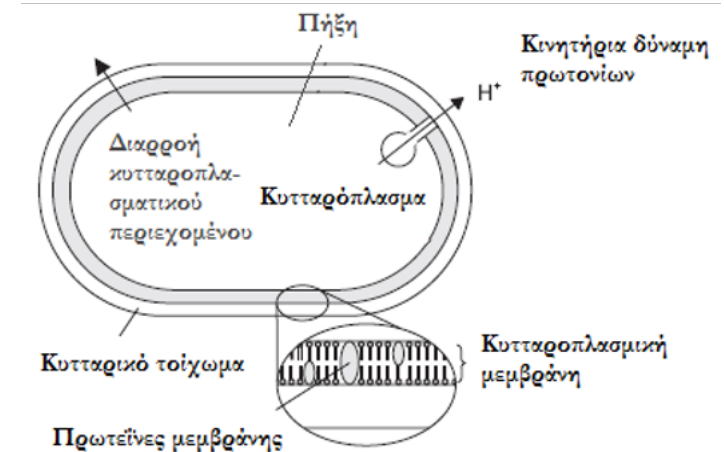
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

ΠΕ2: Ανάπτυξη και εφαρμογή νέων μεθόδων για την εξυγίανση του νερού για χρήση κατά την επεξεργασία των ιχθύων

Έκπλυση και εξυγίανση → Η έκπλυση και η εξυγίανση αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα στάδια στη γραμμή παραγωγής των τροφίμων. Επηρεάζει σημαντικά την ασφάλεια και ποιότητα του τελικού προϊόντος.



Αντιμικροβιακοί παράγοντες → ουσίες οι οποίες χρησιμοποιούνται για τη διατήρηση των τροφίμων, η οποία επιτυγχάνεται με την καθυστέρηση ή και αναστολή της ανάπτυξης των μικροοργανισμών και της αλλοίωσης που επιφέρουν (FDA)



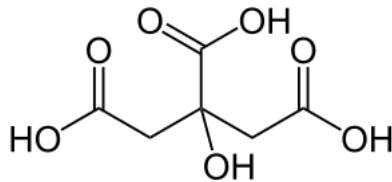
Τσιρώνη (2010): Τροποποίηση από Burt (2004)

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

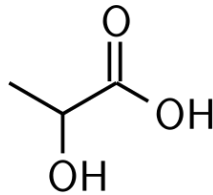
ΠΕ2: Ανάπτυξη και εφαρμογή νέων μεθόδων για την εξυγίανση του νερού για χρήση κατά την επεξεργασία των ιχθύων

Τα οργανικά οξέα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν ήταν:

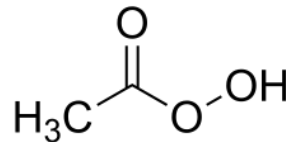
- Κιτρικό οξύ



- Γαλακτικό οξύ



- Υπεροξικό οξύ (PAA, Peracetic acid)



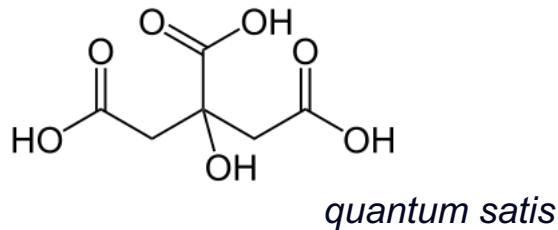
Επιφανειακή εξυγίανση →
Ελάττωση αρχικού μικροβιακού φορτίου

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

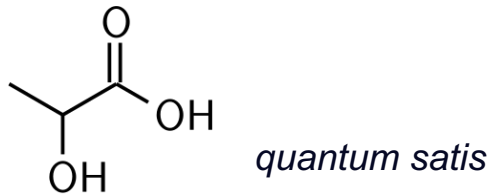
ΠΕ2: Ανάπτυξη και εφαρμογή νέων μεθόδων για την εξυγίανση του νερού για χρήση κατά την επεξεργασία των ιχθύων

Τα οργανικά οξέα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν ήταν:

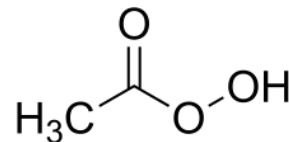
- Κιτρικό οξύ



- Γαλακτικό οξύ



- Υπεροξικό οξύ (PAA, Peracetic acid)



ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

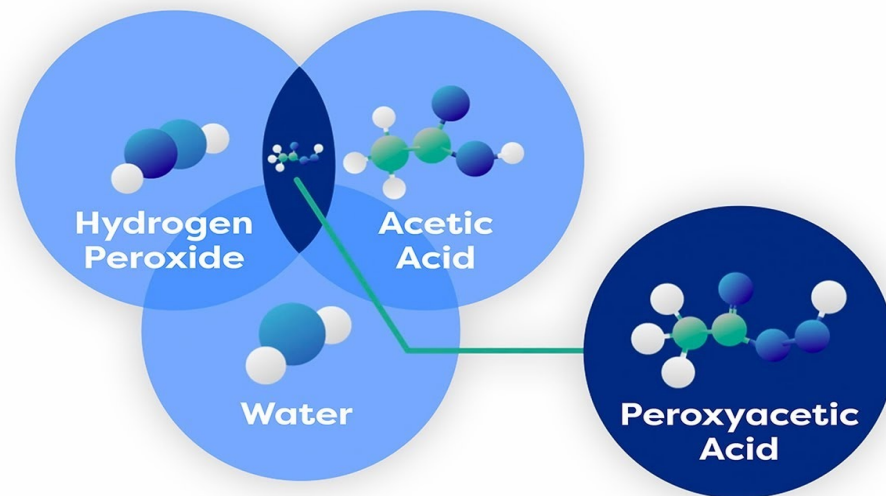
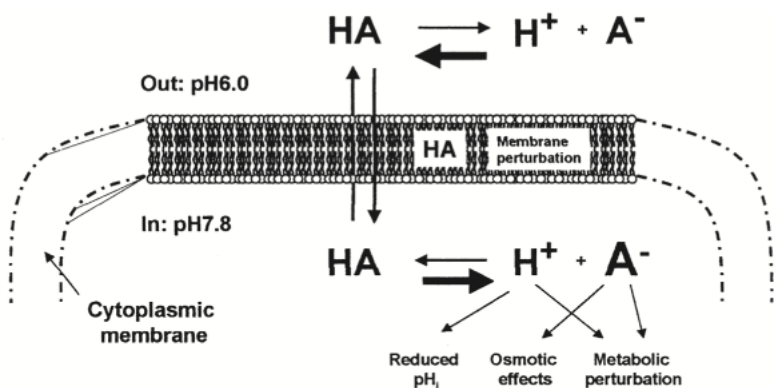
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) αριθ. 1129/2011 ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ
της 11ης Νοεμβρίου 2011

για την τροποποίηση του παραρτήματος II του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1333/2008 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου με την κατάρτιση ενωσιακού καταλόγου για τα πρόσθετα τροφίμων
(Κείμενο που παρουσιάζει ενδιαφέρον για τον ΕΟΧ)

Peracetic acid blends have been approved by the U.S. Food and Drug Administration (FDA) approved as sanitizer on food contact surfaces (21 CFR 178.1010) and for direct food contact with fruits, vegetables (21 CFR 173.315) and meat, poultry and seafood (21 CFR 173.370).

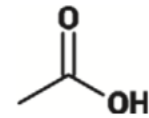
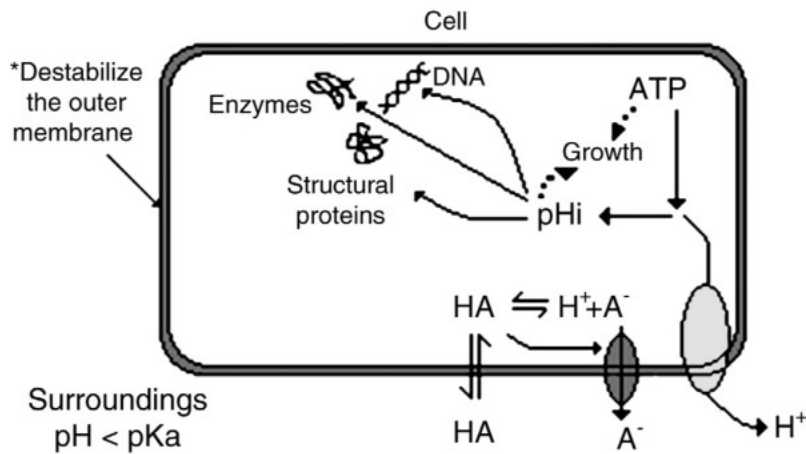
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

ΠΕ2: Ανάπτυξη και εφαρμογή νέων μεθόδων για την εξυγίανση του νερού για χρήση κατά την επεξεργασία των ιχθύων

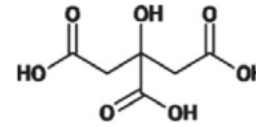


Μηχανισμός αντιμικροβιακής δράσης ήπιων οργανικών οξέων
(Hirshfield et al., 2003)

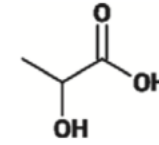
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΟΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΣΕ ΤΡΟΦΙΜΑ



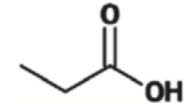
Acetic acid (C₂H₄O₂)
MW = 60.05 g/mol



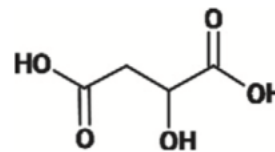
Citric acid (C₆H₈O₇)
MW = 192.13 g/mol



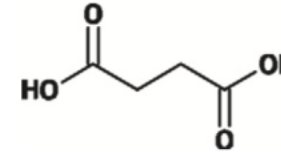
Lactic acid (C₃H₆O₃)
MW = 90.08 g/mol



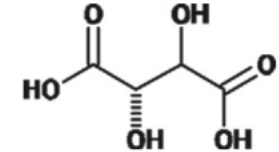
Propionic acid (C₃H₆O₂)
MW = 74.08 g/mol



Malic acid (C₄H₆O₅)
MW = 134.09 g/mol



Succinic acid (C₄H₆O₄)
MW = 118.09 g/mol



Tartaric acid (C₄H₆O₆)
MW = 150.09 g/mol

MW = Molecular weight



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Food Research International

journal homepage: www.elsevier.com/locate/foodres



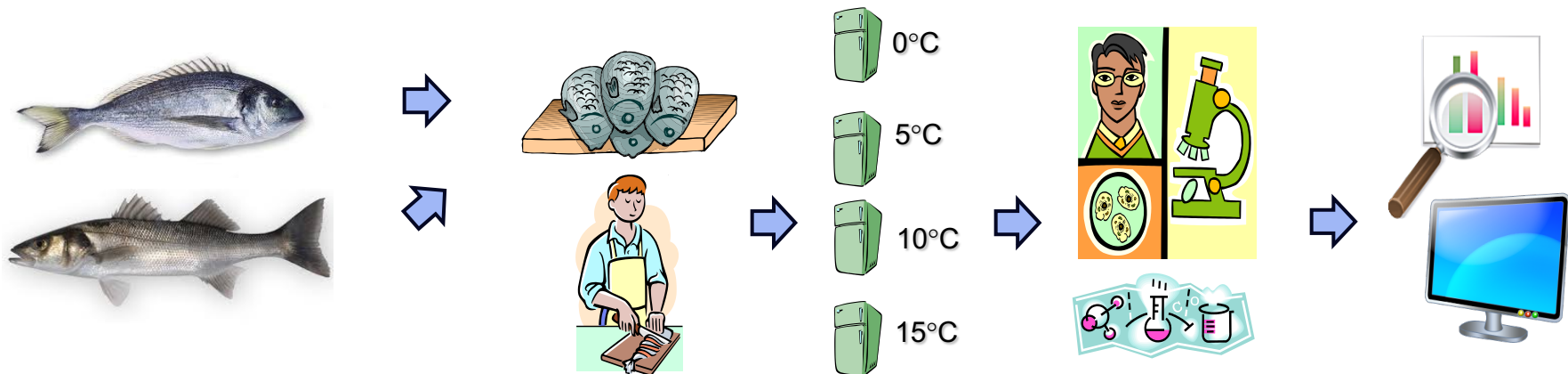
Organic acids as antimicrobials to control *Salmonella* in meat and poultry products

E. Mani-López^a, H.S. García^a, A. López-Malo^{b,*}

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

ΠΕ3: Μελέτη της ποιότητας και της διατηρησιμότητας των ιχθύων και των προϊόντων τους

Μελέτη διατηρησιμότητας- Μαθηματική προτυποποίηση της υποβάθμισης της ποιότητας και του χρόνου ζωής συναρτήσει του χρόνου και της θερμοκρασίας συντήρησης



Για τις μελετώμενες παρεμβάσεις στην παραγωγική διαδικασία και την αποτίμηση της ποιότητας των τελικών προϊόντων
→ υφιστάμενη Ελληνική και Ευρωπαϊκή νομοθεσία, Codex Alimentarius (Code of practice for fish and fishery products), οδηγός FDA (Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance).

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

ΠΕ3: Μελέτη της ποιότητας και της διατηρησιμότητας των ιχθύων και των προϊόντων τους

❑ Μικροβιολογική ανάλυση

- Total viable count
- *Pseudomonas* spp.
- *Brochothrix thermosphacta*
- *Enterobacteriaceae* spp.
- H₂S-producing bacteria
- Yeasts and moulds



❑ Οξείδωση λιπών (TBARS)

❑ Χρώμα



CR-Minolta Chromameter®
(Minolta Co., Chuo-Ku, Osaka, Japan)

❑ pH (pH-meter 338 (AMEL Instruments, Milan, Italy))

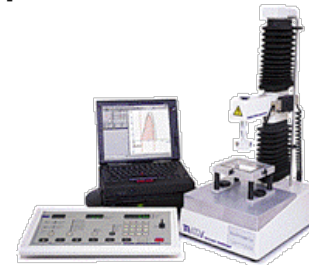
❑ Οργανοληπτική αξιολόγηση

- Ομάδα 8 δοκιμαστών (ISO 17025)
- Βαθμολόγηση σε κλίμακα 1-9

Εμφάνιση – οσμή – φρεσκότητα –
υφή - γεύση - συνολική εντύπωση



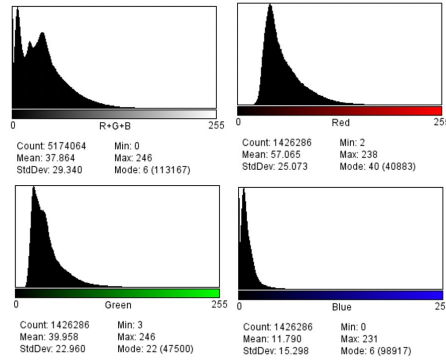
❑ Υφή



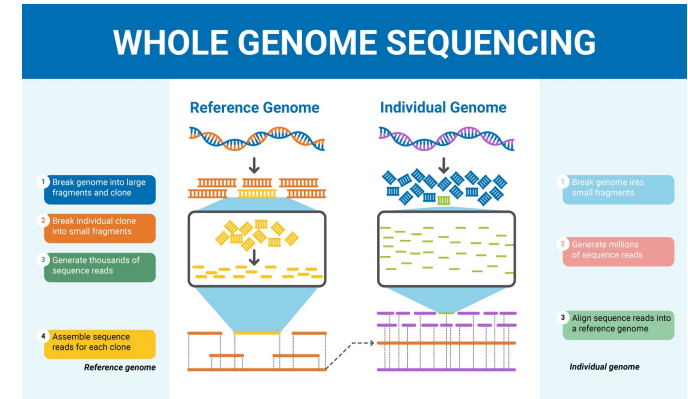
Texture analyzer
(MODEL TA-XT2i, Stable Micro
Systems, Godalming, Surrey, U.K.)

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

ΠΕ3: Μελέτη της ποιότητας και της διατηρησιμότητας των ιχθύων και των προϊόντων τους



Επεξεργασία εικόνας - Εμφάνιση ιχθύων



Μοριακές τεχνικές για την μικροβιολογική αξιολόγηση (microbiome)



Γενετική βάση της φρεσκότητας

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Ανάπτυξη και εφαρμογή εναλλακτικών μεθόδων ψύξης των ιχθύων κατά την αλίευση

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 10 αλιεύσεις λαβρακιού και τσιπούρας

➤ **Τσιπούρα:**

✓ 11/12/2019
✓ 14/09/2020
✓ 28/01/2021
✓ 06/04/2021
✓ 01/06/2021

5 αλιεύσεις

➤ **Λαβράκι:**

✓ 17/10/2019
✓ 18/12/2019
✓ 14/09/2020
✓ 28/01/2021
✓ 06/04/2021

5 αλιεύσεις

○ Οι αλιεύσεις πραγματοποιήθηκαν σε τρεις διαφορετικές θερμοκρασιακές περιόδους.

- Οκτώβριος, Δεκέμβριος- Ενδιάμεση θερμοκρασιακή περίοδος (19-22°C)
- Σεπτέμβριος- Θερμή περίοδος (27°C)
- Ιανουάριος, Απρίλιος- Ψυχρή περίοδος (13,4-13,9°C)

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

- Ολόκληρο ψάρι
 - Λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*)
 - Τσιπούρα (*Sparus aurata*)

- Αλίευση στις εγκαταστάσεις της εταιρείας Philosofish A.E. (Λάρυμνα, Φθιώτιδα, Ελλάδα) σε διαφορετικές συγκεντρώσεις (0, 50 ή 100%) υγρού πάγου (παρασκευάστηκε από θαλασσινό νερό)/ συμβατικού πάγου, και εντός 24 ωρών μεταφορά στο εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων του ΕΜΠ. Η αναλογία πάγου (υγρού ή συμβατικού):ιχθύος (w/w) ήταν 1:1.

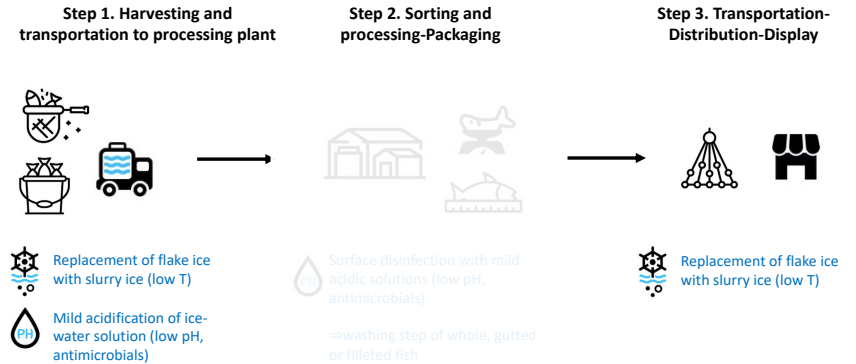
- Τέσσερα μείγματα υγρού και συμβατικού πάγου μελετήθηκαν:

Λαβράκι

C: αλίευση και μεταφορά σε 100% συμβατικό πάγο-Control,
SC: αλίευση σε 100% υγρό πάγο και μεταφορά σε 100% συμβατικό πάγο,
S50: αλίευση και μεταφορά σε 50% υγρό πάγο-50% συμβατικό πάγο,
S100: αλίευση και μεταφορά σε 100% υγρό πάγο.

Τσιπούρα

T: αλίευση και μεταφορά σε 100% συμβατικό πάγο-Control,
TC: αλίευση σε 100% υγρό πάγο και μεταφορά σε 100% συμβατικό πάγο,
T50: αλίευση και μεταφορά σε 50% υγρό πάγο-50% συμβατικό πάγο,
T100: αλίευση και μεταφορά σε 100% υγρό πάγο.



ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

- Σε όλα τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν προσδιορίστηκαν οι κυριότεροι μικροοργανισμοί που αναπτύσσονται σε ιχθυηρά
- Πραγματοποιήθηκαν επίσης φυσικοχημικές αναλύσεις για να προσδιοριστούν οι δείκτες ποιότητας των ιχθυηρών και
- Οργανοληπτική ανάλυση



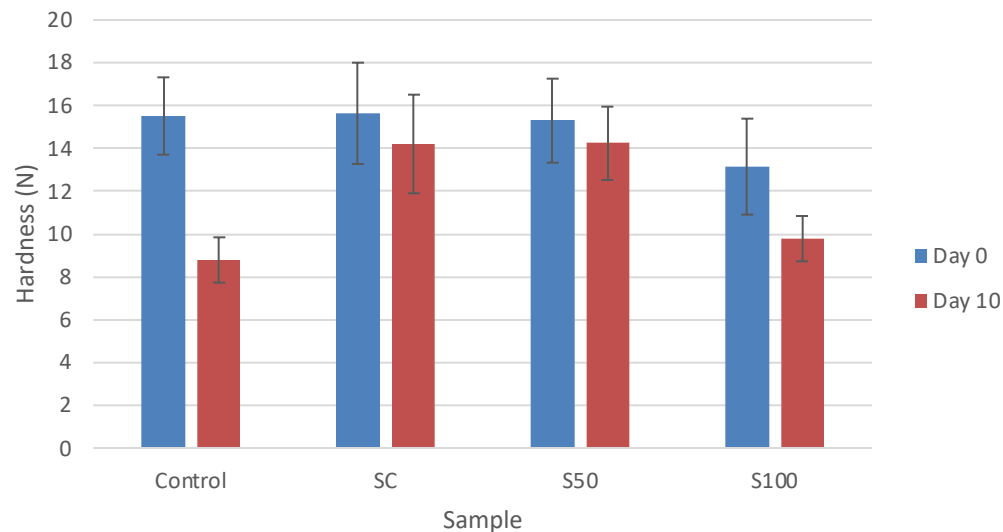
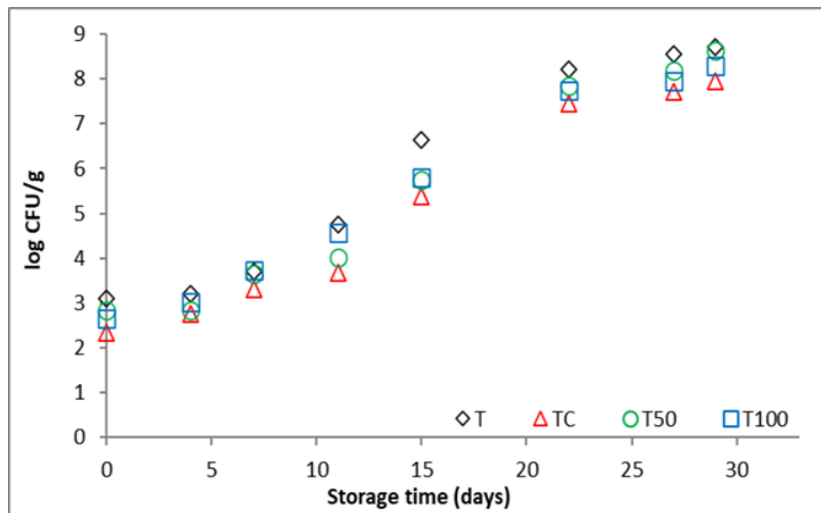
Συνολικά με βάση τα αποτελέσματα που καταγράφηκαν από όλα τα πειράματα, η ποιότητα και διατηρησιμότητα των ιχθυηρών προσδιορίστηκε με βάση

- ✓ τους μικροοργανισμούς που είναι υπεύθυνοι για την αλλοίωση,
- ✓ τις παραμέτρους του χρώματος, την σκληρότητα και
- ✓ τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ- ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΥΓΡΟΥ ΠΑΓΟΥ ΣΤΟ ΑΡΧΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ

Τσιπούρα ολόκληρη: Μελέτη της επίδρασης της συντήρησης σε υγρό πάγο- Επιλογή συνθηκών

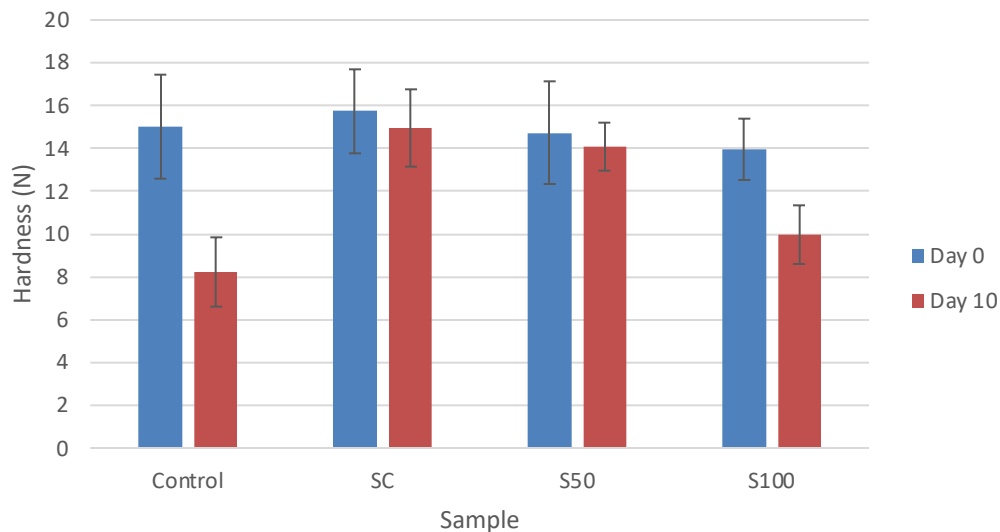
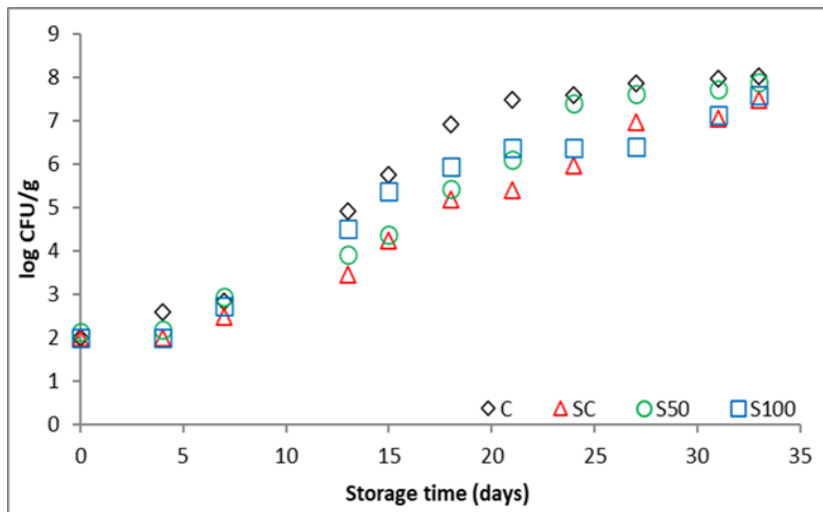
- Ολική μικροβιακή χλωρίδα



ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ- ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΥΓΡΟΥ ΠΑΓΟΥ ΣΤΟ ΑΡΧΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ

Λαβράκι ολόκληρο: Μελέτη της επίδρασης της συντήρησης σε υγρό πάγο- Επιλογή συνθηκών

- Ολική μικροβιακή χλωρίδα



ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ- ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΥΓΡΟΥ ΠΑΓΟΥ ΣΤΟ ΑΡΧΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ

- Από τις τέσσερις μεταχειρίσεις που χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια των παραπάνω πειραμάτων, οι δύο απορρίφθηκαν από το πλάνο υλοποίησης σε μεγάλη κλίμακα. Οι μεταχειρίσεις αυτές ήταν οι S100 και T100, δηλαδή αλίευση σε 100% υγρό πάγο και μεταφορά σε 100% υγρό πάγο οι οποίες απορρίφθηκαν για τους εξής λόγους:

i. Παρόμοια επίδραση με την αντίστοιχη των άλλων μεταχειρίσεων, δεν καταγράφηκε κάποια βελτίωση ούτε ως προς τον χρόνο διατήρησης των δειγμάτων ούτε ως προς τα οργανοληπτικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά τους,

ii. Βάρος κιβωτίου κατά τη μεταφορά των δειγμάτων: ιδιαίτερα υψηλό σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις ⇒ υψηλό κόστος κατά τη μεταφορά και

iii. Θερμοκρασία ιχθυερών χαμηλότερη κατά τη μεταφορά τους:

- μείωση της θερμοκρασίας του σώματος των ψαριών σε ιδιαιτέρως χαμηλότερα επίπεδα από τους 0°C (< -3°C)
- δημιουργία κρυστάλλων στα πρώτα στάδια της κατάψυξης των ιχθύων.

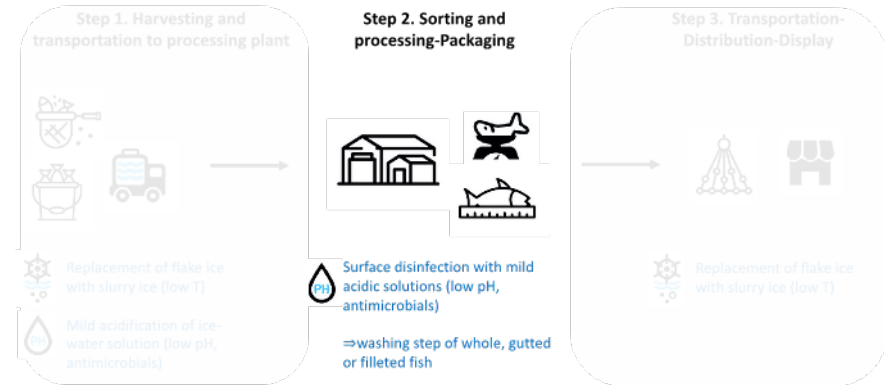
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

- Ήπια οργανικά οξέα
 - Κιτρικό οξύ
 - Γαλακτικό οξύ
 - Υπεροξικό οξύ

- Χρήση για την εξυγίανση του νερού κατά την **απεντέρωση** ή **φιλετοποίηση** λαβρακιού ή τσιπούρας σε διάφορες συγκεντρώσεις και διάρκεια εξυγίανσης.

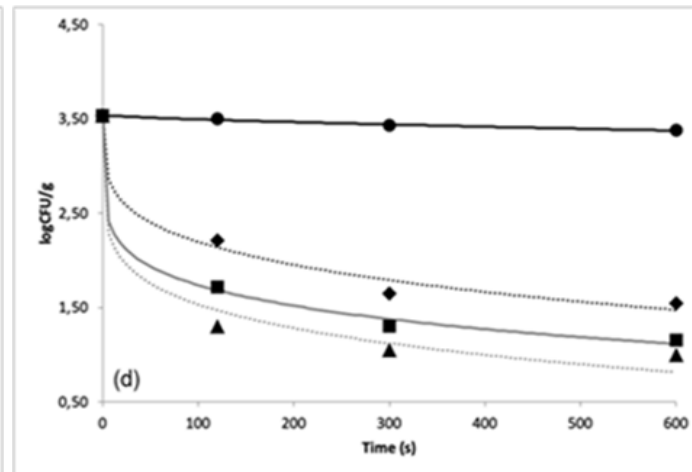
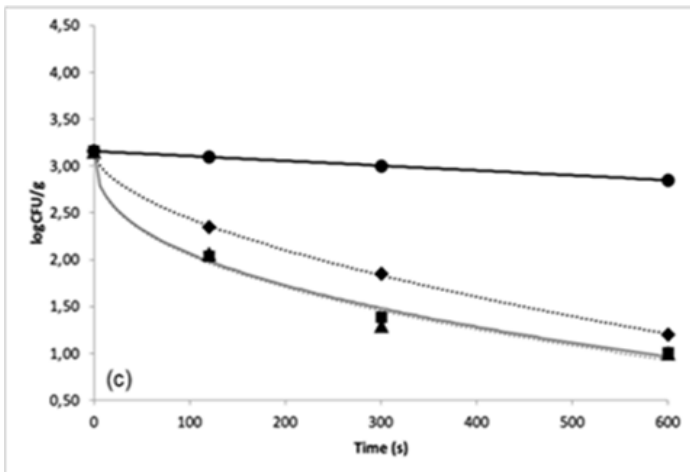
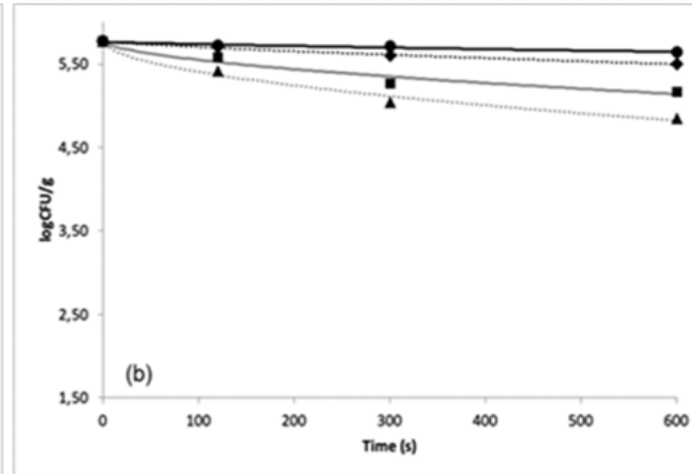
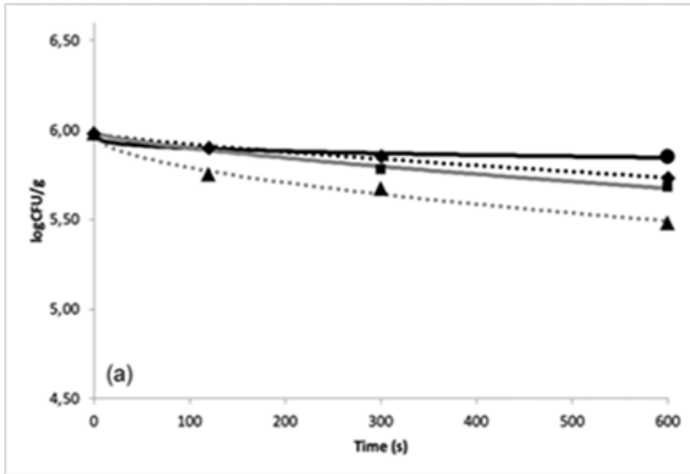
(0-10.000 ppm και 0-10 min, ανάλογα με το οξύ που χρησιμοποιήθηκε και το στάδιο κατά την επεξεργασία των ιχθυηρών)

- Μελέτη της επίδρασης των οξέων στο **αρχικό μικροβιακό φορτίο** των ιχθύων



ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ- ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΟΞΕΩΝ ΣΤΟ ΑΡΧΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ

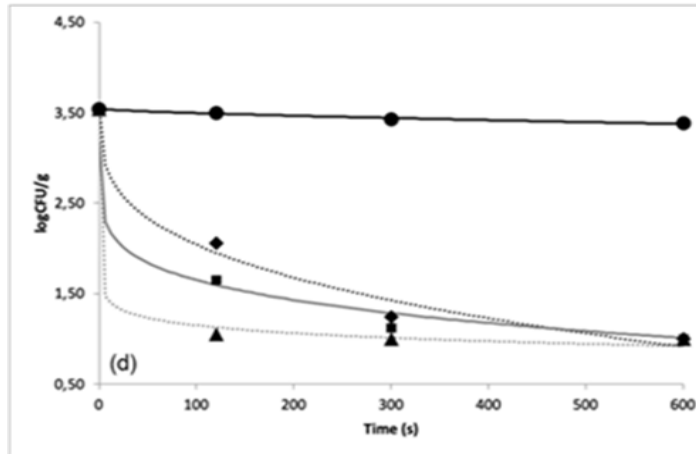
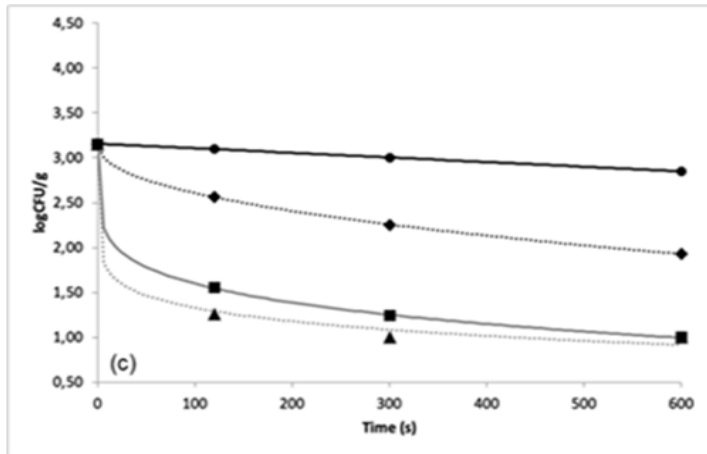
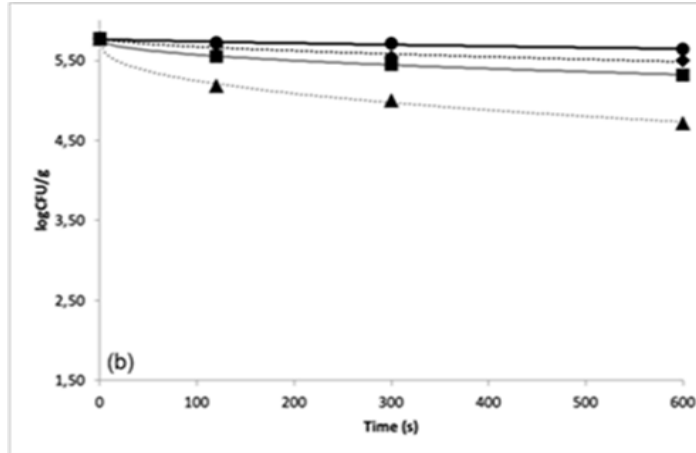
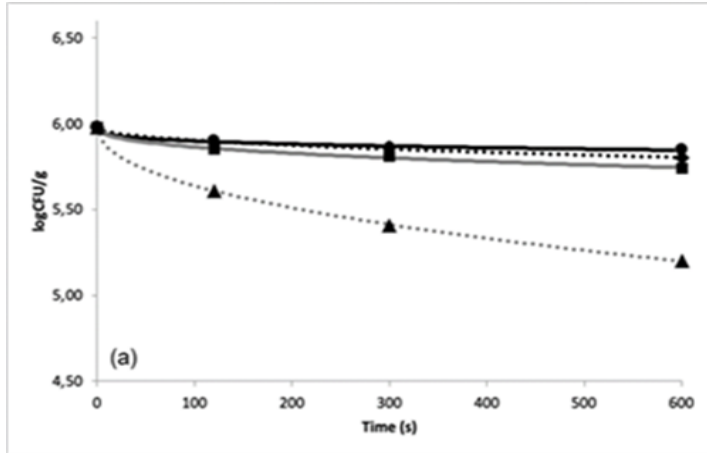
Τσιπούρα ολόκληρη- Μελέτη της επίδρασης της χρήσης εναλλακτικών οξέων για την εξυγίανση του νερού κατά την απεντέρωση στο αρχικό μικροβιακό φορτίο των ιχθύων



Αρχικό μικροβιακό φορτίο σε απεντερωμένη τσιπούρα μετά από εξυγίανση του νερού με γαλακτικό οξύ σε συγκεντρώσεις ● 0, ◆ 50, ■ 100 and ▲ 200 ppm for 0-10 min, (a) Ολική μικροβιακή χλωρίδα (OMX), (b) *Pseudomonas* spp., (c) *Enterobacteriaceae* spp. και (d) βακτήρια που παράγουν H₂S. Οι γραμμές είναι οι προσαρμογές από το Weibull μοντέλο.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ- ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΟΞΕΩΝ ΣΤΟ ΑΡΧΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ

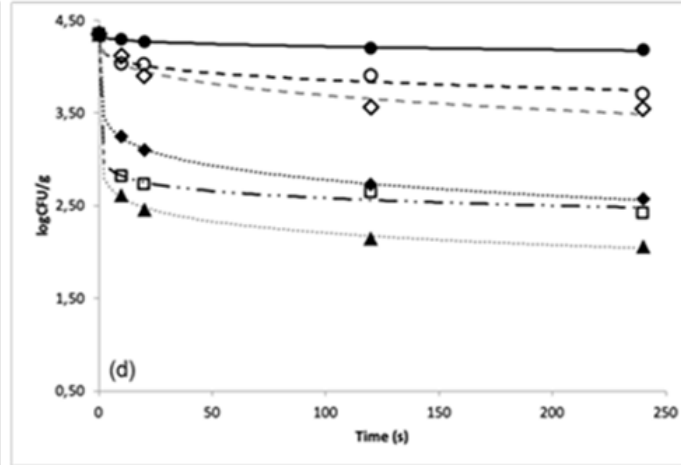
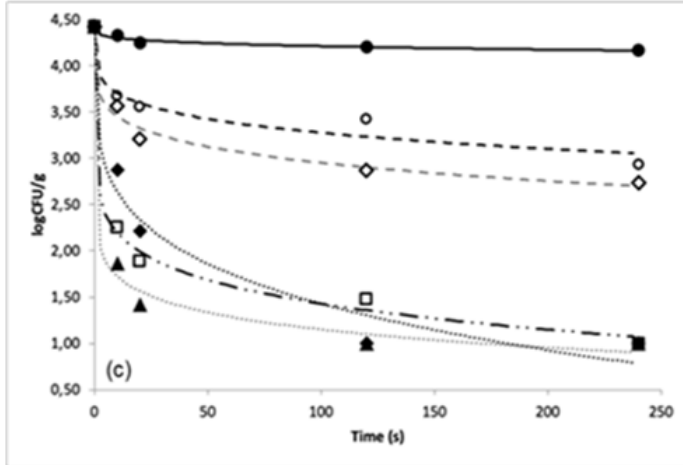
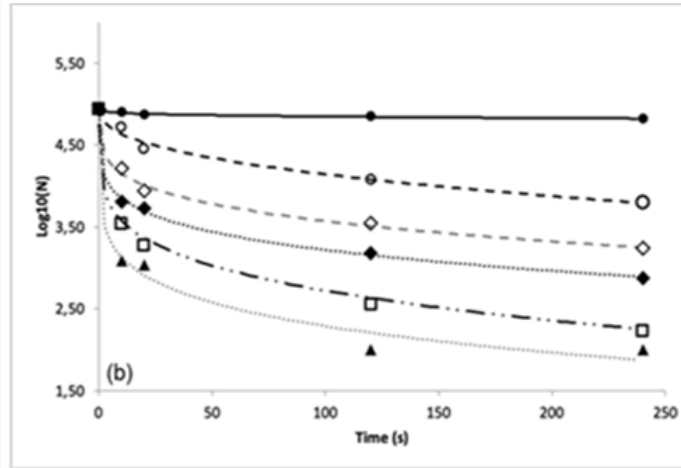
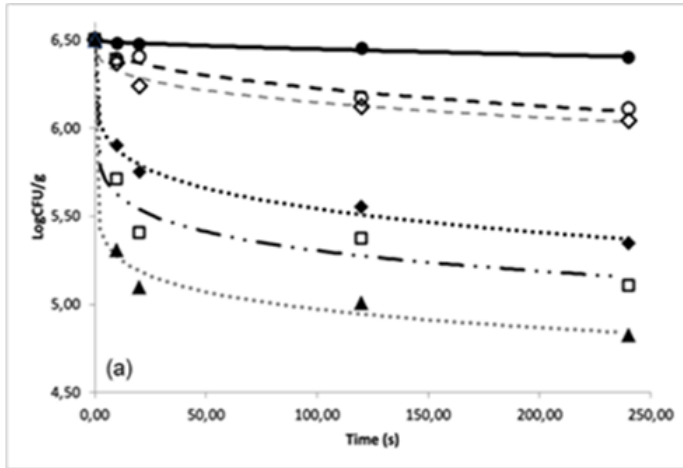
Τσιπούρα ολόκληρη- Μελέτη της επίδρασης της χρήσης εναλλακτικών οξέων για την εξυγίανση του νερού κατά την απεντέρωση στο αρχικό μικροβιακό φορτίο των ιχθύων



Αρχικό μικροβιακό φορτίο σε απεντερωμένη τσιπούρα μετά από εξυγίανση του νερού με κιτρικό οξύ σε συγκεντρώσεις ● 0, ◆ 50, ■ 100 and ▲ 200 ppm for 0-10 min, (a) Ολική μικροβιακή χλωρίδα (ΟΜΧ), (b) *Pseudomonas* spp., (c) *Enterobacteriaceae* spp. και (d) βακτήρια που παράγουν H₂S. Οι γραμμές είναι οι προσαρμογές από το Weibull μοντέλο.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ- ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΟΞΕΩΝ ΣΤΟ ΑΡΧΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ

Τσιπούρα ολόκληρη- Μελέτη της επίδρασης της χρήσης εναλλακτικών οξέων για την εξυγίανση του νερού κατά την απεντέρωση στο αρχικό μικροβιακό φορτίο των ιχθύων



Αρχικό μικροβιακό φορτίο σε απεντερωμένη τσιπούρα μετά από εξυγίανση του νερού με κιτρικό οξύ σε συγκεντρώσεις ● 0, ○ 10, ◇ 20, ◆ 50, □ 150 and ▲ 200 ppm for 0-4 min, (a) Ολική μικροβιακή χλωρίδα (OMX), (b) *Pseudomonas* spp., (c) *Enterobacteriaceae* spp. και (d) βακτήρια που παράγουν H_2S . Οι γραμμές είναι οι προσαρμογές από το Weibull μοντέλο.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ- ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΟΞΕΩΝ ΣΤΟ ΑΡΧΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ

Φιλέτο λαβράκι- Μελέτη της επίδρασης της χρήσης εναλλακτικών οξέων για την εξυγίανση του νερού κατά την απεντέρωση στο αρχικό μικροβιακό φορτίο των ιχθύων

Συγκέντρωση οξέος	Αρχικό φορτίο			
	OMX	<i>Pseudomonas</i> spp.	<i>Εντεροβακτήρια</i>	Βακτήρια που παράγουν H ₂ S
Control	5,72 ± 0,11	5,07 ± 0,08	4,15 ± 0,01	4,99 ± 0,01
Κιτρικό οξύ				
0 ppm	5,65 ± 0,07	4,92 ± 0,01	3,84 ± 0,07	4,95 ± 0,17
200 ppm	5,78 ± 0,21	4,95 ± 0,18	3,53 ± 0,15	4,88 ± 0,15
400 ppm	5,60 ± 0,41	4,88 ± 0,01	3,11 ± 0,04	4,64 ± 0,38
800 ppm	5,71 ± 0,04	4,96 ± 0,09	3,05 ± 0,01	4,55 ± 0,01
Γαλακτικό οξύ				
200 ppm	5,61 ± 0,02	4,88 ± 0,15	3,99 ± 0,11	4,15 ± 0,02
800 ppm	5,69 ± 0,18	4,82 ± 0,13	4,85 ± 0,16	4,71 ± 0,11
Κιτρικό/ γαλακτικό οξύ				
200/ 200 ppm	5,74 ± 0,08	4,83 ± 0,05	3,26 ± 0,16	4,67 ± 0,29
750/ 750 ppm	5,68 ± 0,04	4,68 ± 0,06	3,36 ± 0,36	4,73 ± 0,06

Συγκέντρωση οξέος	Αρχικό φορτίο			
	OMX	<i>Pseudomonas</i> spp.	<i>Εντεροβακτήρια</i>	Βακτήρια που παράγουν H ₂ S
Control	5,23 ± 0,01	4,96 ± 0,03	4,14 ± 0,16	4,39 ± 0,04
Κιτρικό οξύ				
0 ppm	5,31 ± 0,01	4,83 ± 0,01	4,01 ± 0,07	4,29 ± 0,10
1500 ppm	5,21 ± 0,21	4,75 ± 0,14	4,04 ± 0,08	4,27 ± 0,01
3000 ppm	5,34 ± 0,38	4,80 ± 0,01	3,96 ± 0,01	4,17 ± 0,03
6000 ppm	5,11 ± 0,02	4,88 ± 0,15	3,99 ± 0,11	4,05 ± 0,02
10000 ppm	4,71 ± 0,12	4,65 ± 0,21	3,42 ± 0,43	3,67 ± 0,09

Η συγκέντρωση με τη μεγαλύτερη επίδραση στο αρχικό φορτίο
 ↓
 Απώριψη → Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ- ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΟΞΕΩΝ ΣΤΟ ΑΡΧΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ

Μελέτη της επίδρασης της χρήσης εναλλακτικών οξέων για την εξυγίανση του νερού κατά την απεντέρωση στο αρχικό μικροβιακό φορτίο των ιχθύων

1-2 logcfu/g ελάττωση του αρχικού μικροβιακού φορτίου



2-5 ημέρες επέκταση του χρόνου ζωής

Επιλογή συνθηκών

Κιτρικό οξύ, 200ppm για 10min, για απεντερωμένα ιχθυηρά

Κιτρικό οξύ, 7500ppm για 10min, για φιλέτα ιχθυηρών

Υπεροξικό, 200ppm για 4min, τόσο για απεντερωμένα ιχθυηρά όσο και για φιλέτα



Πειράματα διατηρησιμότητας ΠΕ3

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

- Ολόκληρο ψάρι
 - Λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*)
 - Τσιπούρα (*Sparus aurata*)

- Αλίευση στις εγκαταστάσεις της εταιρείας Philosofish A.E. (Λάρυμνα, Φθιώτιδα, Ελλάδα) σε διαφορετικές συγκεντρώσεις (0, 50 ή 100%) υγρού πάγου (παρασκευάστηκε από θαλασσινό νερό)/ συμβατικού πάγου, και εντός 24 ωρών μεταφορά στο εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων του ΕΜΠ. Η αναλογία πάγου (υγρού ή συμβατικού):ιχθύος (w/w) ήταν 1:1.

- *Τρία μείγματα υγρού και συμβατικού πάγου μελετήθηκαν:*

Λαβράκι

C: αλίευση και μεταφορά σε 100% συμβατικό πάγο-Control,

SC: αλίευση σε 100% υγρό πάγο και μεταφορά σε 100% συμβατικό πάγο,

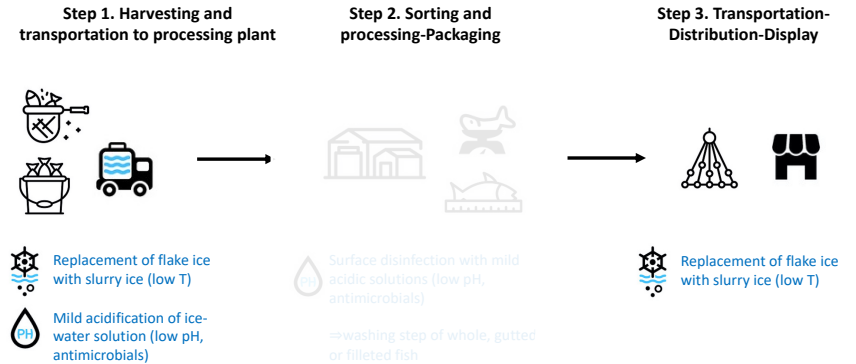
S50: αλίευση και μεταφορά σε 50% υγρό πάγο-50% συμβατικό πάγο,

Τσιπούρα

T: αλίευση και μεταφορά σε 100% συμβατικό πάγο-Control,

TC: αλίευση σε 100% υγρό πάγο και μεταφορά σε 100% συμβατικό πάγο,

T50: αλίευση και μεταφορά σε 50% υγρό πάγο-50% συμβατικό πάγο,



ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ- ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΜΕ ΥΓΡΟ ΠΑΓΟ

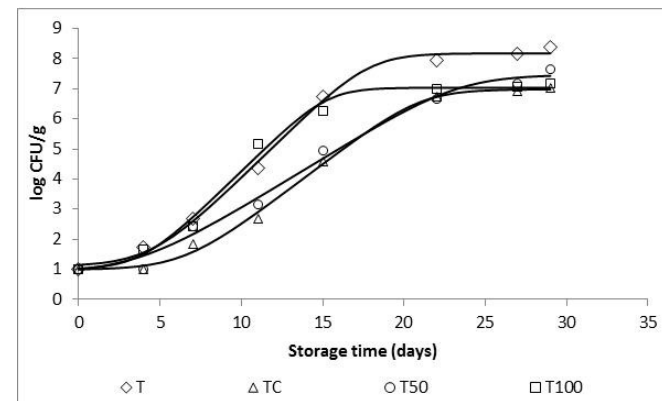
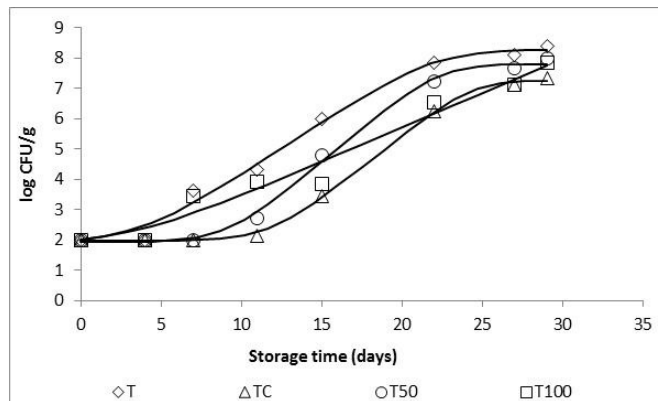
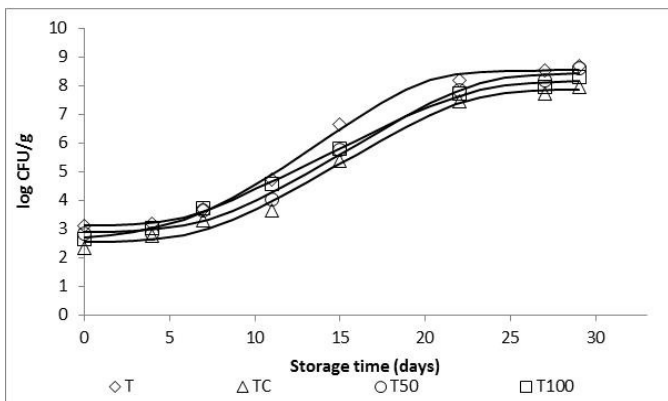
Τσιπούρα-Λαβράκι ολόκληρα (αλίευση Οκτώβριος- Δεκεμβριος): Μελέτη της επίδρασης της συντήρησης σε υγρό πάγο- Μελέτη της διατηρησιμότητας στους 0 °C (θερμοκρασία ύδατος 22°C)

- Ολική μικροβιακή χλωρίδα

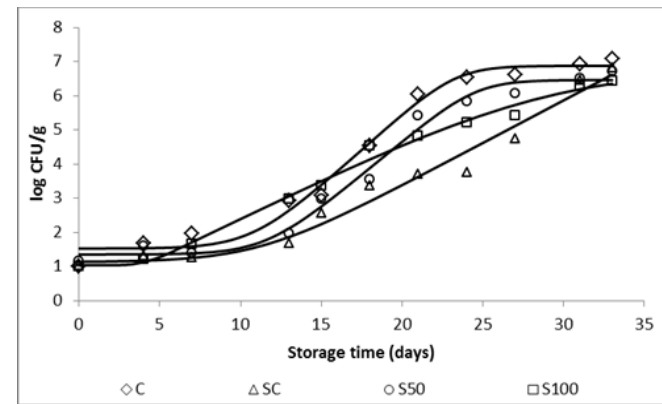
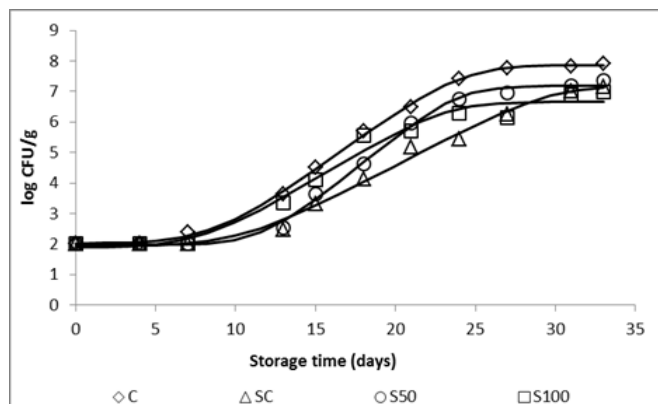
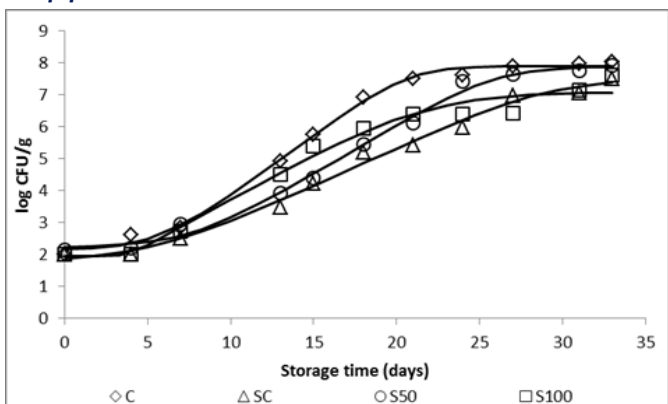
- *Pseudomonas* spp.

- *Shewanella putrefaciens*

Τσιπούρα



Λαβράκι

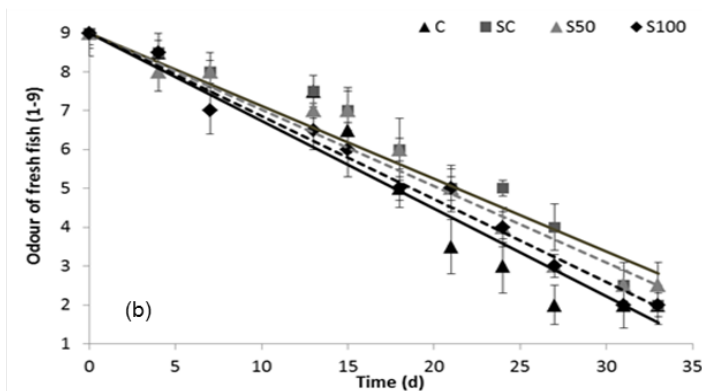
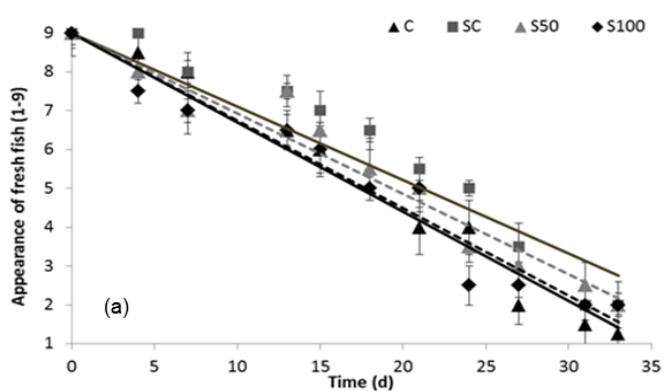


ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ- ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΜΕ ΥΓΡΟ ΠΑΓΟ

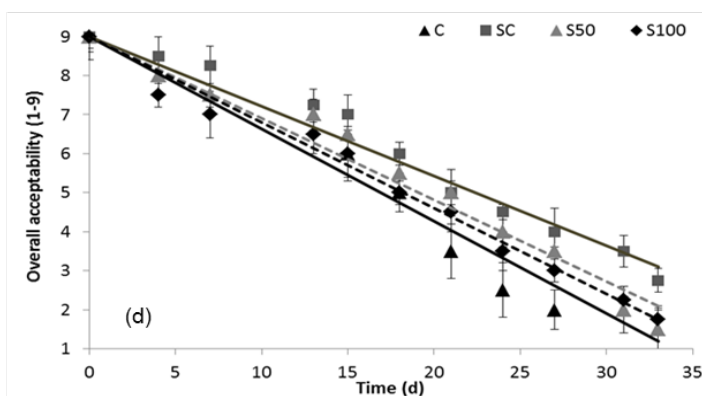
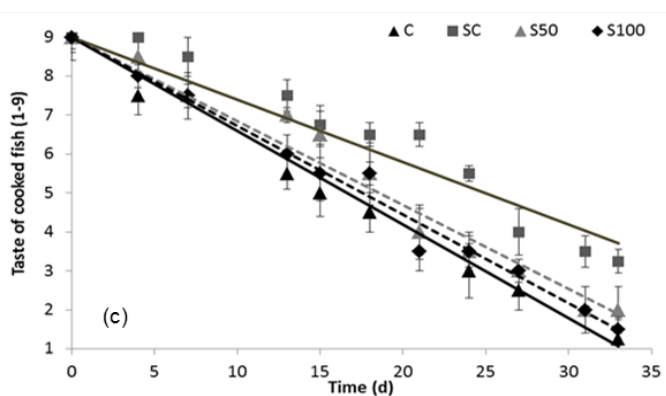
Τσιπούρα-Λαβράκι ολόκληρα: Μελέτη της επίδρασης της συντήρησης σε υγρό πάγο- Μελέτη της διατηρησιμότητας στους 0 °C (θερμοκρασία ύδατος 22°C)

Λαβράκι

Οργανοληπτική αξιολόγηση



- Οι βαθμολογίες για τους δείκτες φρεσκότητας των δειγμάτων (εμφάνιση, άρωμα, γεύση) διατηρήθηκαν για περίπου 4-7 ημέρες, σε αντίθεση με τα SC δείγματα για τα οποία οι υψηλές βαθμολογίες διατηρήθηκαν για ένα 13 ημερών, στους 0°C.



- Για τα δείγματα που των οποίων η θανάτωση έγινε με υγρό πάγο καταγράφηκαν μικρότεροι ρυθμοί οργανοληπτικής υποβάθμισης σε σύγκριση με τα δείγματα αναφοράς (Control).

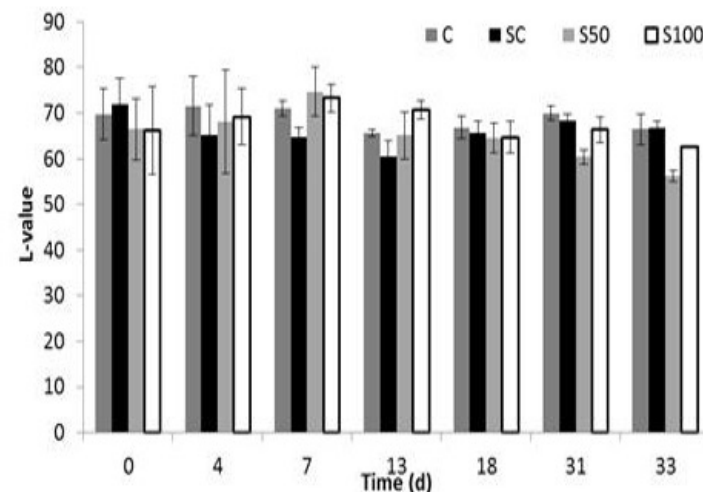
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ- ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΜΕ ΥΓΡΟ ΠΑΓΟ

Τσιπούρα-Λαβράκι ολόκληρα: Μελέτη της επίδρασης της συντήρησης σε υγρό πάγο- Μελέτη της διατηρησιμότητας στους 0 °C (θερμοκρασία ύδατος 22°C)

Φυσικοχημική ανάλυση

Λαβράκι

- pH δειγμάτων: αυξήθηκε κατά την αποθήκευση στους 0°C, με τις τιμές pH των SC δειγμάτων οι οποίες ήταν χαμηλότερες συγκριτικά με τις αντίστοιχες των υπόλοιπων δειγμάτων, να παραμένουν σταθερές για διάστημα 15 ημερών (6.542-6.590).
- Επιπλέον, από τη μέτρηση του χρώματος παρατηρήθηκε ότι ο συνδυασμός του υγρού πάγου-ως μέθοδος αλίευσης- και του συμβατικού πάγου-ως μέθοδος μεταφοράς- είχε ως αποτέλεσμα τη διατήρηση της φωτεινότητας του δέρματος των ψαριών.



Τιμές L^* δειγμάτων λαβρακιού κατά την αποθήκευση στους 0°C (■C, ■SC, ■S50, □S100).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ- ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΜΕ ΥΓΡΟ ΠΑΓΟ

Τσιπούρα-Λαβράκι ολόκληρα: Μελέτη της επίδρασης της συντήρησης σε υγρό πάγο- Μελέτη της διατηρησιμότητας στους 0 °C (θερμοκρασία ύδατος 22°C)

- *Brochothrix thermosphacta*, ζυμών/ μυκήτων (<2.0 log CFU/g) και *Enterobacteriaceae* spp. (<1.0 log CFU/g) → διατηρήθηκαν κάτω από το αντίστοιχο όριο ανίχνευσης για το διάστημα των 33 ημερών για το λαβράκι και 29 ημερών αντίστοιχα για την τσιπούρα.
- Ο χρόνος ζωής των δειγμάτων αναφοράς για το λαβράκι (C) βρέθηκε ίσος με 19 ημέρες, ενώ για τα δείγματα S50/S100 και SC ήταν ίσος με 21 and 25 ημέρες.
- Όσον αφορά την τσιπούρα, ο χρόνος ζωής των δειγμάτων αναφοράς (T) βρέθηκε ίσος με 14 ημέρες, ενώ για τα δείγματα TC/T50 και T100 ήταν ίσος με 19 and 13 ημέρες, αντίστοιχα.

Αντικατάσταση του συμβατικού πάγου με υγρό πάγο



επιμήκυνση χρόνου ζωής των δειγμάτων κατά 2-6 days κατά την αποθήκευση των δειγμάτων λαβρακιού ή τσιπούρας στους 0°C.

ARTICLE IN PRESS

Aquaculture and Fisheries xxx (xxxx) xxx

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Aquaculture and Fisheries

journal homepage: www.keaipublishing.com/en/journals/aquaculture-and-fisheries



ELSEVIER



Slurry ice as an alternative cooling medium for fish harvesting and transportation: Study of the effect on seabass flesh quality and shelf life

Athina Ntzimani¹, Rafael Angelakopoulos², Ioanna Semenoglou¹, Efimia Dermesonlouoglou¹, Theofania Tsironi^{1,3,*}, Katerina Moutou², Petros Taoukis¹

¹ Laboratory of Food Chemistry and Technology, School of Chemical Engineering, National Technical University of Athens, Athens, 15780, Greece

² Laboratory of Genetics, Evolutionary and Comparative Biology, Department of Biochemistry and Biotechnology, University of Thessaly, Biopolis, 41500, Larissa, Greece

³ Laboratory of Food Process Engineering, Department of Food Science and Human Nutrition, Agricultural University of Athens, Athens, 11855, Greece

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ- ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΜΕ ΥΓΡΟ ΠΑΓΟ

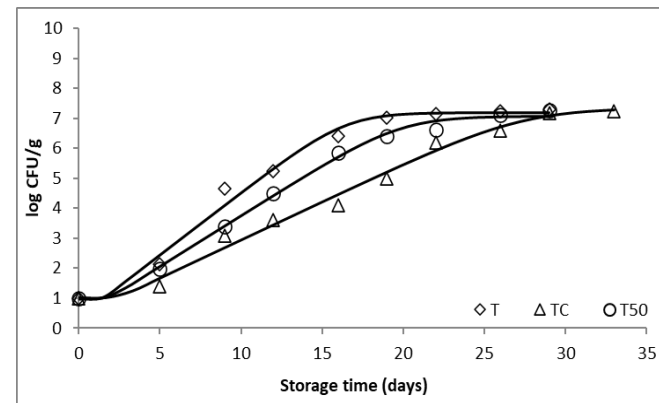
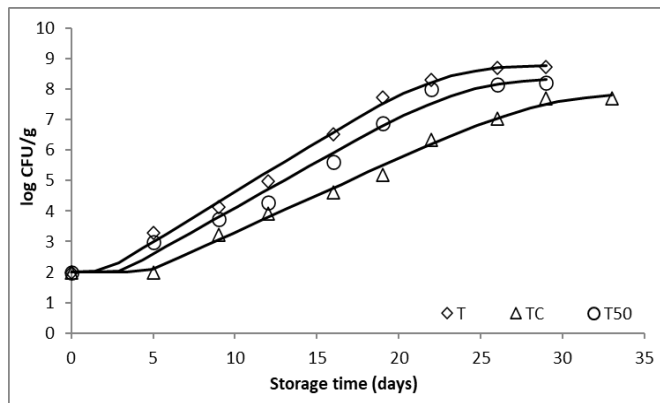
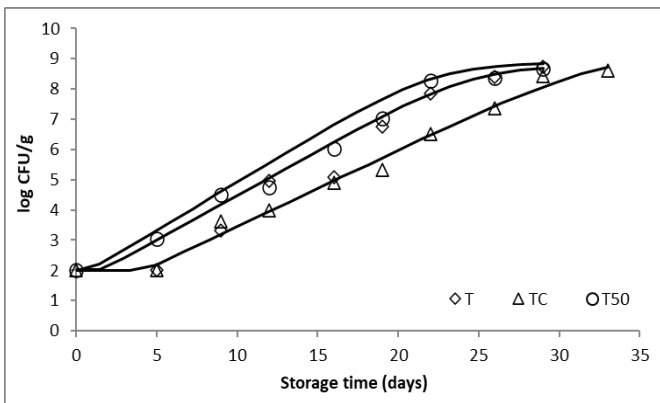
Τσιπούρα-Λαβράκι ολόκληρα, Σεπτέμβριος 2020: Μελέτη της επίδρασης της συντήρησης σε υγρό πάγο- Μελέτη της διατηρησιμότητας στους 0°C- Θερμή θερμοκρασιακή περίοδος (θερμοκρασία ύδατος 27°C)

- Ολική μικροβιακή χλωρίδα

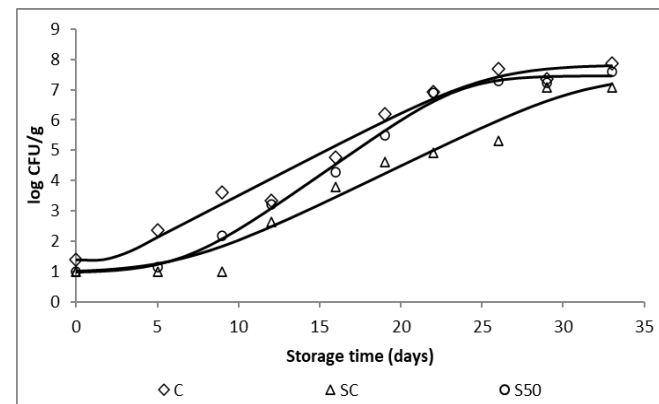
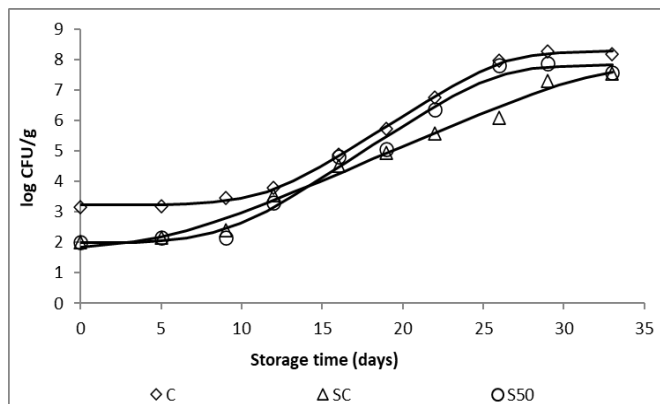
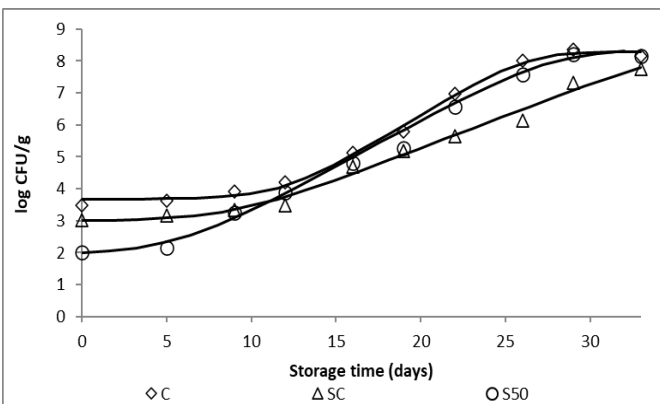
- *Pseudomonas* spp.

- *Shewanella putrefaciens*

Τσιπούρα



Λαβράκι

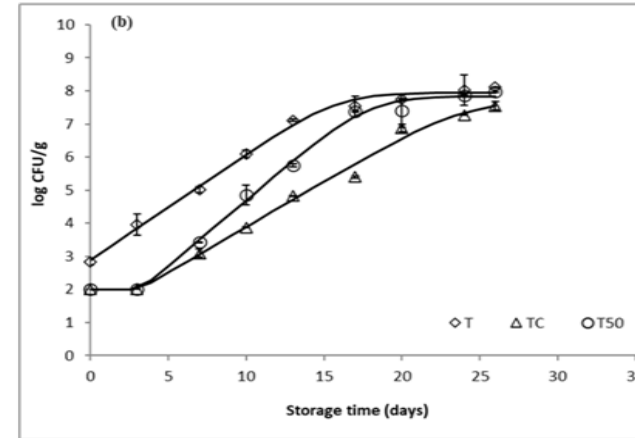
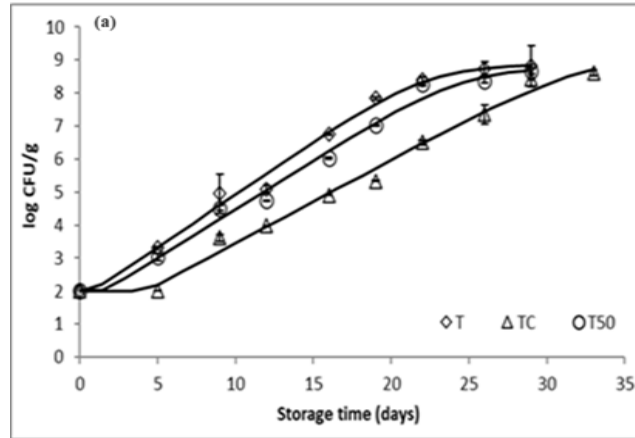


ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ- ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΜΕ ΥΓΡΟ ΠΑΓΟ

Επίδραση εποχικότητας

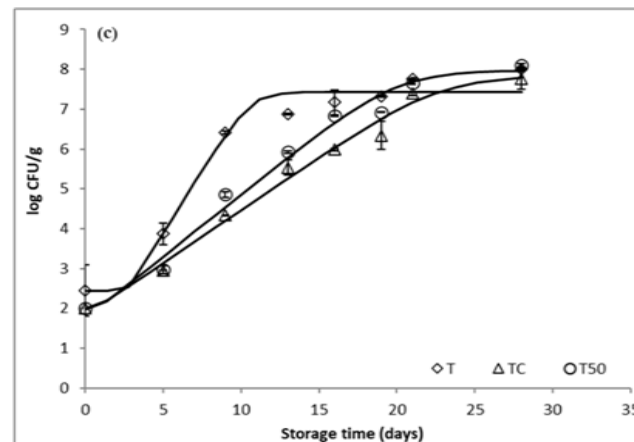
- Μελετήθηκε επίσης η επίδραση της εποχικότητας στην ποιότητα των δύο ειδών (ολόκληρο λαβράκι και τσιπούρα).

ΟΜΧ (Τσιπούρα)



Σεπτέμβριος 2020

Ιανουάριος 2021



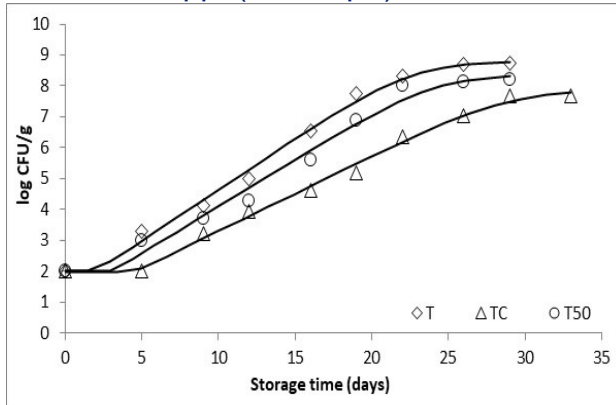
Απρίλιος 2021

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ- ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΜΕ ΥΓΡΟ ΠΑΓΟ

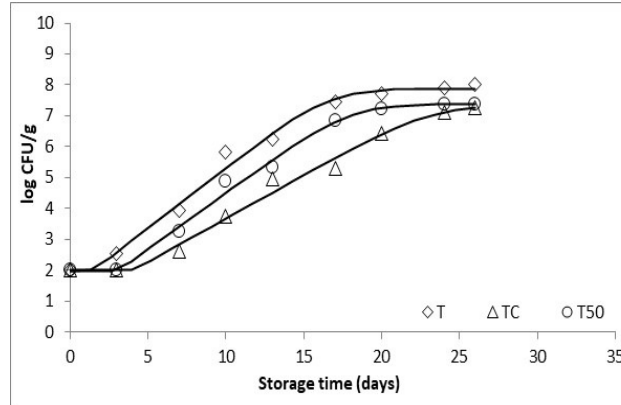
Επίδραση εποχικότητας

- Μελετήθηκε επίσης η επίδραση της εποχικότητας στην ποιότητα των δύο ειδών (ολόκληρο λαβράκι και τσιπούρα).

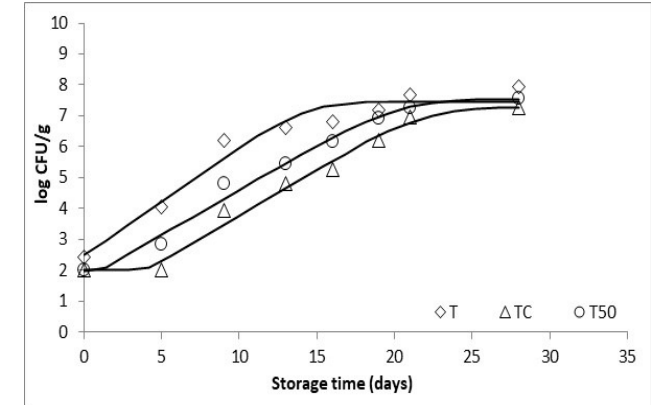
Pseudomonas spp. (Τσιπούρα)



Σεπτέμβριος 2020



Ιανουάριος 2021



Απρίλιος 2021

- Φορτία ΟΜΧ, *Pseudomonas* spp., και βακτηρίων που παράγουν H_2S αυξήθηκαν συναρτήσει του χρόνου αποθήκευσης των δειγμάτων στους $0^\circ C$, ενώ
- Τα *Εντεροβακτήρια* αρχικά διατηρήθηκαν κάτω από το όριο ανίχνευσης ($<1.0 \log cfu/g$), ενώ στο τέλος του χρόνου αποθήκευσης έφτασαν τα $3.25 \log cfu/g$, υποδηλώνοντας καλή υγιεινή του θαλάσσιου περιβάλλοντος και της αλίευσης.
- Η εφαρμογή 100% υγρού πάγου επέφερε μείωση του ρυθμού ανάπτυξης των παραπάνω βακτηρίων, επομένως η χρήση του υγρού πάγου οδήγησε σε καλύτερο έλεγχο της ανάπτυξης.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ- ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΜΕ ΥΓΡΟ ΠΑΓΟ






Επίδραση εποχικότητας

- Υψηλότερες Θ ύδατος (September) είχαν ως αποτέλεσμα μικρότερους ρυθμούς ανάπτυξης των μικροοργανισμών που μελετήθηκαν (OMX, *Pseudomonas* spp., H₂S-producing bacteria), με αποτέλεσμα μεγαλύτερους χρόνους ζωής σε σχέση με τους αντίστοιχους κατά την αλίευση σε πιο ψυχρές περιόδους (καλύτερη προσαρμογή των μικροοργανισμών σε χαμηλές θερμοκρασίες διατήρησης).
- Η μικροχλωρίδα της επιφάνειας των αλιευμένων κατά τις θερμότερες περιόδους ιχθυηρών υπόκειται σε μεγαλύτερο θερμικό σοκ κατά τη διατήρηση στον πάγο (υψηλότεροι ρυθμοί ανάπτυξης , χειμερινές περιόδους).
- Θερμοκρασία ύδατος διαμορφώνει το είδος και τον αριθμό των μικροοργανισμών, επομένως και τον χρόνο ζωής των ιχθυηρών.



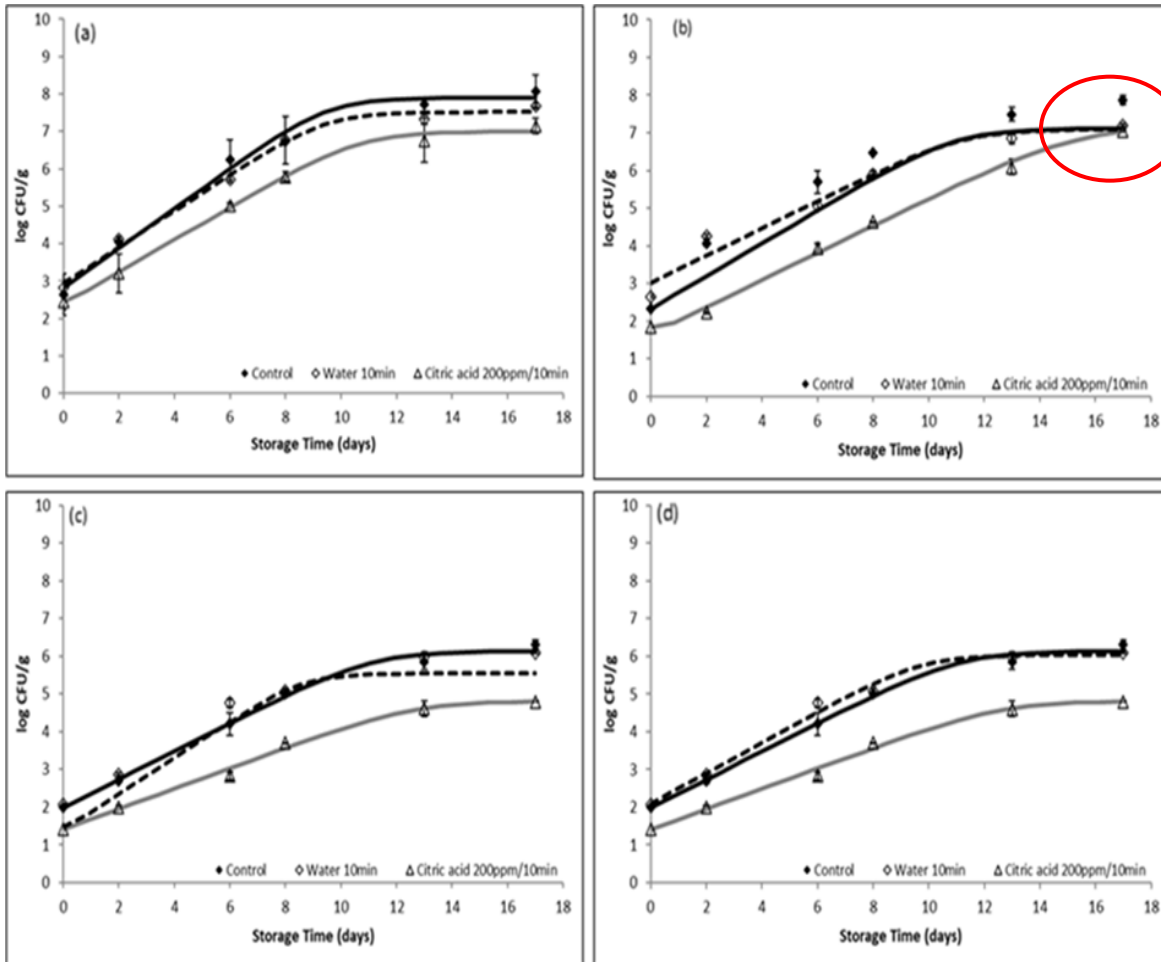
Article

Seasonal Pattern of the Effect of Slurry Ice during Catching and Transportation on Quality and Shelf Life of Gilthead Sea Bream

Athina Ntzimani¹, Rafael Angelakopoulos², Natalia Stavropoulou¹, Ioanna Semenoglou¹,
Efimia Dermesonlouoglou¹, Theofania Tsironi^{1,3,*}, Katerina Moutou² and Petros Taoukis¹

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ- ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΜΕ ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΟΞΕΑ

Τσιπούρα απεντερωμένη- Μελέτη της επίδρασης της χρήσης κιτρικού οξέος (200ppm για 10 min) για την εξυγίανση του νερού κατά την απεντέρωση στη διατηρησιμότητα των ιχθύων



Ανάπτυξη (a) της Ολικής μικροβιακής χλωρίδας (ΟΜΧ), (b) των *Pseudomonas* spp., (c) των βακτηρίων τα οποία παράγουν H₂S και (d) των *Εντεροβακτηρίων*

<i>Pseudomonas</i> spp.	Αρχικό φορτίο (logcfu/ g)	Ρυθμός ανάπτυξης (d ⁻¹)	Χρόνος ζωής (d)
C	2.32±0.02	0.435±0.081	11
W	2.65±0.05	0.391±0.109	12
Citric acid	1.84± 0.02	0.360±0.028	16

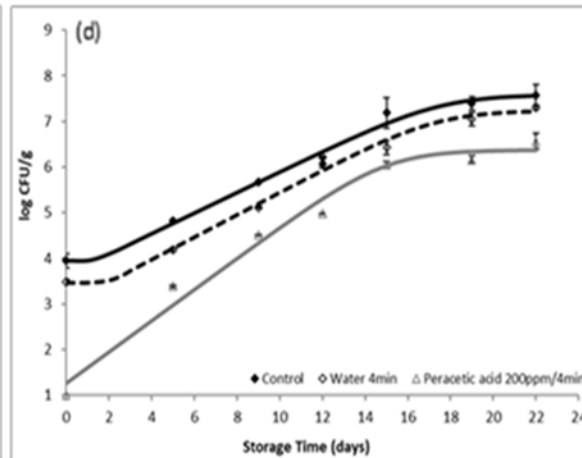
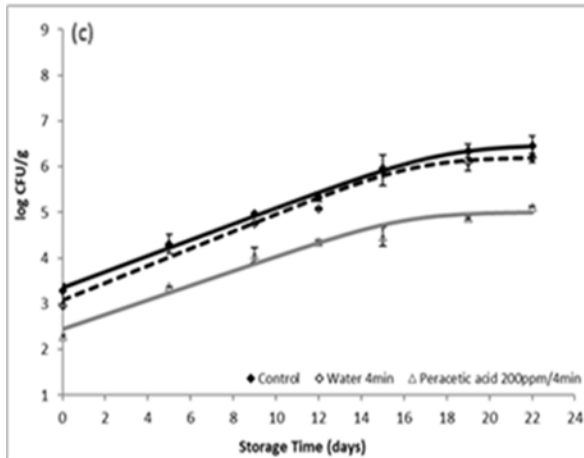
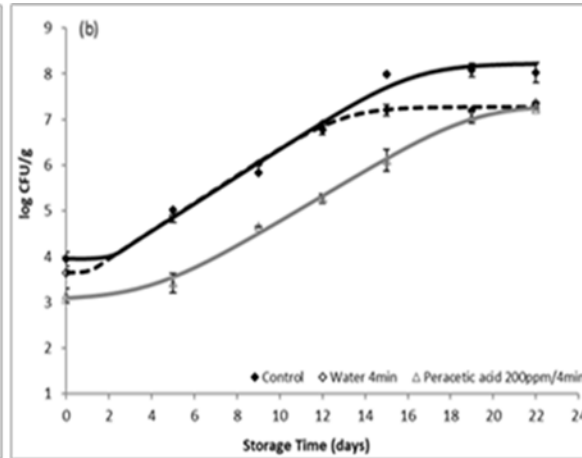
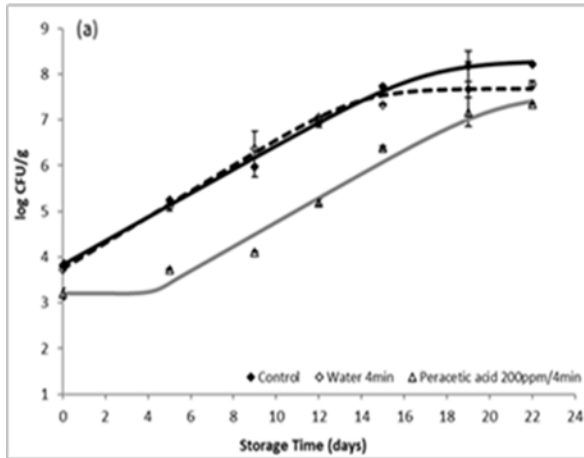
Μικρότεροι ρυθμοί ανάπτυξης των μικροοργανισμών εξαιτίας της επίδρασης του κιτρικού οξέος



Επιμήκυνση του χρόνου ζωής των επεξεργασμένων ιχθυηρών σε θερμοκρασίες 0-10 °C.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ- ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΜΕ ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΟΞΕΑ

Τσιπούρα απεντερωμένη- Μελέτη της επίδρασης της χρήσης υπεροξικού οξέος (200ppm για 4 min) για την εξυγίανση του νερού κατά την απεντέρωση στη διατηρησιμότητα των ιχθύων



Ανάπτυξη (a) της Ολικής μικροβιακής χλωρίδας (ΟΜΧ), (b) των *Pseudomonas* spp., (c) των βακτηρίων τα οποία παράγουν H₂S και (d) των *Εντεροβακτηρίων*

Ανασταλτική δράση του υπεροξικού οξέος



Μικρότεροι ρυθμοί ανάπτυξης των μικροοργανισμών και μεγαλύτεροι χρόνοι προσαρμογής στα ΡΑΑ δείγματα συγκριτικά με τα C/W



Επιμήκυνση του χρόνου ζωής των επεξεργασμένων ιχθυηρών σε θερμοκρασίες 0-10 °C.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ- ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΜΕ ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΟΞΕΑ

Τσιπούρα απεντερωμένη- Μελέτη της επίδρασης της χρήσης οργανικών οξέων για την εξυγίανση του νερού κατά την απεντέρωση στη διατηρησιμότητα των ιχθύων

- Οι ρυθμοί οργανοληπτικής υποβάθμισης των CA δειγμάτων, ήταν σημαντικά μικρότεροι ($p < 0.05$) σε σχέση με τους αντίστοιχους για τα C και W δείγματα.

Συνολικά, ο χρόνος ζωής των απεντερωμένων ιχθυηρών (χρόνος ζωής= xx ημέρες+1 ημέρα από την αλίευση) με τη χρήση των οργανικών οξέων και αποθήκευση στους 0, 5 and 10°C.

Θερμοκρασία αποθήκευσης	Control	Water	Citric acid (200 ppm/10 min)	Peracetic acid (200 ppm/4 min)
0°C	11	12	16	18
5°C	6	7	11	9
10°C	4	5	6	6



Article

Surface Decontamination and Shelf-Life Extension of Gilthead Sea Bream by Alternative Washing Treatments

Athina Ntzimani ¹, Ioanna Semenoglou ¹, Efimia Dermesonlouoglou ¹, Theofania Tsironi ^{1,2} and Petros Taoukis ^{1,*}

¹ Laboratory of Food Chemistry and Technology, School of Chemical Engineering, National Technical University of Athens, 15780 Athens, Greece; ntzimani@chemeng.ntua.gr (A.N.); isemen@chemeng.ntua.gr (I.S.); efider@chemeng.ntua.gr (E.D.); ftsironi@aua.gr (T.T.)

² Food Process Engineering Laboratory, Department of Food Science and Human Nutrition, Agricultural University of Athens, 11855 Athens, Greece

* Correspondence: taoukis@chemeng.ntua.gr; Tel.: +30-21-0529-4703


ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η αντικατάσταση του συμβατικού πάγου με υγρό πάγο ως εναλλακτική μέθοδος ψύξης κατά την αλίευση των ιχθυερών οδήγησε σε βελτιωμένη ποιότητα, όσον αφορά τη μικροβιακή σταθερότητα και τους φυσικοχημικούς δείκτες, και αυξημένη διάρκεια ζωής των ψυγμένων αλιευμάτων. Στην παρούσα μελέτη, η χρήση υγρού πάγου σε συνδυασμό με συμβατικό πάγο κατά την αλίευση οδήγησε σε αύξηση της διάρκειας ζωής 2-7 ημερών στους 0°C με βάση τόσο την ανάπτυξη των αλλοιογόνων μικροοργανισμών όσο και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.
- Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι η εφαρμογή της εξυγίανσης του νερού με ήπια οργανικά οξέα μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική απενεργοποίηση των αλλοιογόνων μικροοργανισμών (*OMX*, *Pseudomonas* spp, βακτήρια που παράγουν H₂S) στα φιλέτα και τα απεντερωμένα ψάρια.
- Η χρήση κιτρικού και υπεροξικού οξέος ως εναλλακτικά μέσα εξυγίανσης του νερού δεν επηρέασε τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των απεντερωμένων ψαριών, ενώ ταυτόχρονα καθυστέρησε την ποιοτική υποβάθμιση των ψαριών κατά την αποθήκευση σε ψύξη και οδήγησε σε επιμήκυνση του χρόνου ζωής φιλέτων και απεντερωμένων ψαριών.
- Η συστηματική αξιολόγηση της επίδρασης των συνθηκών επεξεργασίας στην ποιότητα και τη διάρκεια ζωής των ψαριών μπορεί να προσφέρει τεχνολογικές λύσεις για τη διαχείριση των αλιευμάτων και τη βελτίωση της ποιότητας και της διάρκειας ζωής τους, καθώς και τη μείωση των απωλειών τροφίμων από την αλίευση μέχρι το στάδιο της κατανάλωσης.

slurryfish.chemeng.ntua.gr

Διάχυση αποτελεσμάτων

Tsironi T., Semenoglou I., Ntzimani A., Dimopoulos G., Taoukis P. Nonthermal and minimal processing of fresh Mediterranean marine cultured fish for quality improvement and shelf life extension. IFT Annual Meeting and Food Expo, New Orleans, LA, USA, 2-5 June 2019 (poster presentation).



KEEP YOUR FUTURE
June 2-5, 2019 | New Orleans, LA

Nonthermal and minimal processing of fresh Mediterranean marine cultured fish for quality improvement and shelf life extension

Theofania Tsironi, Ioanna Semenoglou, Athina Ntzimani, George Dimopoulos, Petros Taoukis
School of Chemical Engineering, National Technical University of Athens, Greece (taoukis@chemeng.ntua.gr)

Introduction


The short shelf life and perishability of fish products is a commercial drawback and methods of extension are being investigated. New non-thermal food processing methods are sought by the industry in the pursuit of producing better quality foods with extended shelf life. The advantages of nonthermal processing over classical thermal methods include the better retention of nutritional and sensory properties (Tsironi et al., 2014 and 2019). Several studies have been conducted recently on the efficacy of washing and sanitizing treatments in reducing microbial populations on food products. Limited work on the effect of nonthermal and minimal treatments on fish has been published and no industrial scaling-up has been reported (Fidalgo et al., 2011). The objective of the study was to investigate the effect of nonthermal i.e. high pressure (HP), osmotic dehydration (OD), pulsed electric fields (PEF) and minimal processing methods (i.e. surface decontamination of fish) on the quality and shelf life of farmed gilthead seabream and European sea bass during refrigerated storage.

Materials & Methods

Gilthead seabream (*Sparus aurata*) and European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) filets were treated using HP (800 MPa, 5 min, 25°C - FPU 1.01, Rosato International BV, Roden, Holland), OD (40-60% glycerol, 5% NaCl, 15°C, 0-240 min) and PEF (250-1000 pulses, 15 µs, 20 Hz, 1.7 kV/cm - Elcorad-5kW D/L, Quakenbruck, Germany) as alternative approaches to the conventional post-harvest fish processing methods. The incorporation of natural organic acids (0-200 ppm, 0-10 min - lactic acid, citric acid) at different concentrations in the washing water during gutting was also tested for its efficacy to reduce initial microbial load and prolong shelf life. Samples were stored under controlled isothermal conditions (0-10°C). Quality assessment was based on microbiological analysis (total viable count, *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae* spp.), pH, colour, texture measurement and sensory scoring. A sensory score of 5 was taken as the average score for minimum acceptability. Temperature in the incubators was constantly monitored with electronic, programmable miniature data-loggers (COX TRACER 8, Belmont, NC).

Results

Effect of HP processing on fish
HP resulted in more than a 5 log₁₀ reduction in the initial TVC. *Pseudomonas* (reported food spoilers) persisted in HP filets. The shelf life of the untreated samples was 10 days and for the HP-treated filets exceeded 2 months (based on a minimum score of 5 for overall acceptability scoring in a 1 to 9 hedonic sensory scale). However, it affected significantly the texture and colour of the fish flesh (Picture 1, Figure 1).



Picture 1. HP (800 MPa, 5 min, 25°C) treated sea bass filets after 87 days of isothermal storage at 2°C.

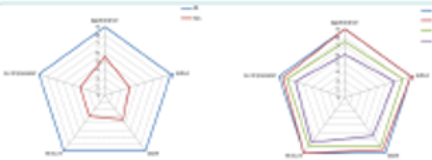


Figure 1. Sensory profile of untreated (Control) and HP (800 MPa, 5 min, 25°C) treated sea bass filets during isothermal storage at 2°C.

Effect of OD treatment on fish
Osmotic dehydration caused substantial a_w decrease with higher solution concentrations showing the strongest effect. A_w was initially 0.99 and reached final values between 0.87, 0.83 and 0.82 after 240 min of osmotic treatment at 40, 50 and 60% glycerol, respectively. The effective diffusion coefficients of water ($D_{w,e}$) and solids ($D_{s,e}$) were calculated by applying Fick's law on the experimental data (Table 1).

Treatment	$D_{w,e}$ (m ² ·s ⁻¹)	$D_{s,e}$ (m ² ·s ⁻¹)
40% glycerol	1,90 (± 0,15) ·10 ⁹	1,82 (± 0,12) ·10 ⁹
50% glycerol	2,77 (± 0,15) ·10 ⁹	2,50 (± 0,21) ·10 ⁹
60% glycerol	3,62 (± 0,27) ·10 ⁹	4,12 (± 0,55) ·10 ⁹
PEF/50% glycerol	4,03 (± 0,32) ·10 ⁹	4,14 (± 0,38) ·10 ⁹

OD resulted in significant shelf life extension of fish filets (8 days and up to 10 days for untreated and osmo-treated samples at 5°C, respectively).

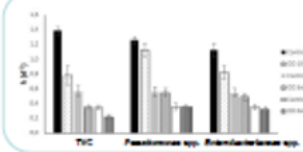
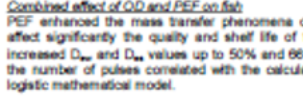
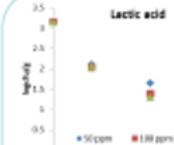


Figure 2. Microbial growth rates in OD (50% glycerol, 30 min) treated sea bass filets during isothermal storage at 0-10°C.

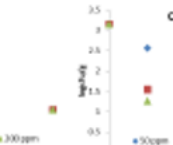


Combined effect of OD and PEF on fish
PEF enhanced the mass transfer phenomena during osmotic treatment but did not affect significantly the quality and shelf life of fish filets. PEF pretreatment further increased $D_{w,e}$ and $D_{s,e}$ values up to 50% and 66% respectively (for 1500 pulses) and the number of pulses correlated with the calculated $D_{w,e}$ and $D_{s,e}$ values, following a logistic mathematical model.

Effect of washing with organic acids on fish
Initial surface decontamination (up to 2 log₁₀ for total viable count, *Pseudomonas* spp. and *Enterobacteriaceae* spp.) by the addition of organic acids in the washing water was observed, which may result in 2-4 days shelf life extension of fish filets at 0°C.



Lactic acid



Citric acid

Figure 3. *Enterobacteriaceae* spp. load in whole gilthead seabream after washing during gutting with lactic acid or citric acid at concentrations 0-200 ppm and 0-10 min.

Conclusions

The results of the study indicated that the application of nonthermal and minimal processing led to improved quality stability during subsequent refrigerated storage and significant shelf life extension, in terms of microbial growth, physicochemical and organoleptic degradation of the filets. Minimal processing of fish could open new distant markets currently inaccessible to fresh fish products and allow the use of higher temperatures (5°C) in the cold chain of seafood which would significantly reduce energy and food waste.

References

- Fidalgo, L.G., Sariniva, J.A., Aubourg, S.P., Vazquez, M., Torres, J.A. (2011). Czech Journal of Food Sciences, 32(2), 188-193.
- Tsironi, T., Maltzou, I., Tselvidou, M., Katsaros, G., Taoukis, P. (2014). Food and Bioprocess Technology, 8 (3), pp. 601-600.
- Tsironi, T., Arjoe, L., Pinto, P.J.S., Dimopoulos, G., Santos, S., Sampa, C., Maniatis, S., Canario, A., Taoukis, P., Power, D. (2019). Journal of Food Engineering, 262, pp. 63-91.

Acknowledgment

The research was partly funded by the Operational Programme for Fisheries and Maritime 2014-2020-Greece, Priority 2, Measure 3.2.1, Article 47. (NSRF K110170) for the evaluation of the effect of HP processing on fish filets and MIS 4210260 for the development and application of software.

Διάχυση αποτελεσμάτων

PROGRAMME

TUESDAY, 25 JUNE 2019

12:30 -13:00	Registration/Welcome Reception
12:30 -16:00	Registration continued.....
13:00 - 13:10	Conference Opening
13:10-13:40	Keynote-1. Surface finish of stainless steel and cleanability Wouter Burggraaf, European Hygienic Engineering and Design Group, Netherlands
13:40-14:10	Keynote-2. Sustainability of food packaging Prof. H.C. Langowski, Technical University of Munich, Germany
14:10-14:35	Keynote-3. Debunking misinformation about food Huub Lelieveld, Veslemøy Andersen: Global Harmonization Initiative
14:35-15:00	Keynote-4. The search for new protein sources for plant-based meat alternatives Atze Jan Van Der Goot, Food Process Engineering Laboratory, Wageningen University & Research, The Netherlands
15:00 - 15:30	Coffee/Tea Break
THEME: FOOD PROCESS ENGINEERING	
Room	Panaroma Room
Chair Co-Chair	Atze Jan Van Der Goot, Wageningen University, Netherlands H.C. Langowski, Technical University of Munich, Germany
15:30-15:55	INV 1: Dry food processing for sustainable production of high-quality foods <u>Maarten Schutyser</u> , Food Process Engineering Laboratory, Wageningen University & Research, The Netherlands
15:55-16:20	INV 2: The role of polyphenols in novel biorefinery processing <u>Konstantina Kyriakopoulou</u> , Food Process Engineering Laboratory, Wageningen University & Research, The Netherlands
16:20-16:40	Title: Food waste recovery & innovation <u>Charis Galanakis</u> , Food Waste Recovery Group, ISEKI Food Association, Vienna, Austria
16:40-17:00	Title: Increasing the local effectiveness of aerosol application by selective flow field Modifications <u>Yvonne Ringelspacher</u> , A. Delgado, Institute of Fluid Mechanics, Friedrich-Alexander-University Erlangen-Nürnberg, Germany
17:00-17:20	Title: Biorefinery residues for food packaging applications <u>Maria Costa Gaspar</u> , Cátia Mendes, Maria da Graça Carvalho, Mara Elga Medeiros Braga, University of Coimbra, Coimbra, Portugal

WEDNESDAY, 26 JUNE 2019

Session	Innovative Processing Technologies
Chair Co-Chair	Petros Taoukis, National Technical University of Athens, Greece Huub Lelieveld, Global Harmonization Initiative
09:00-09:25	INV 3: Comparative study of the effect of novel treatments on quality and shelf life of cultured seabass and seabream. Theofania Tsironi, Ioanna Semenovoglou, Athina Ntzimani, George Dimopoulos, Maria Tsevdou, Petros Taoukis National Technical University of Athens, Greece
09:25-09:50	Title: Local Adaptive Drying by means of Nozzles <u>Bastian Schoenberger</u> , Antonio Delgado, Institute of Fluid Mechanics, Friedrich-Alexander-University Erlangen-Nürnberg, Germany
09:50-10:10	Title: Development of an inline sensor for the analysis of process-relevant properties during bakery production using Dynamic Laser Speckle Imaging <u>Stefan Steinhauser</u> , Ehsan Fattahi Evati, Dominik Geier, Thomas Becker Chair of Brewing and Beverage Technology, Technical University of Munich, Freising, Germany
10:10-10:30	Title: Inline monitoring of fermentation activity during beer production with ultrasound <u>Michael Metznermacher</u> , Dominik Geier, Thomas Becker Chair of Brewing and Beverage Technology, Technical University of Munich, Freising, Germany
10:30-11:00	Tea/Coffee break/Poster Session
11:00-11:20	Title: Supercritical carbon dioxide extraction of oil from Andean lupin seeds <u>Miao Yu</u> , Kai Kniepkamp, Juliette Rudzick, Jan Pieter Thie, Geert-Jan Witkamp, Rob van Haren Hanze University of Applied Sciences, Groningen, Netherlands
11:20-11:40	Title: Are bacterial spores activated by High Pressure treatment at 20°C? <u>Hélène Simonin</u> , Chloé Modugnoi, Jean-Marie Perrin-Gorinet Univ. Bourgogne Franche-Comté, AgroSup Dijon, PAM UMR A 02.102, Dijon, France

1

2nd Innovations in Food Science & Technology Conference | 25-27 JUNE 2019

Tsironi T., Semenovoglou I., Ntzimani A., Dimopoulos G., Tsevdou M., Taoukis P. Comparative study of the effect of novel treatments on quality and shelf life of cultured seabass and seabream. 2nd Innovations in Food Science and Technology: An International Conference, Amsterdam, Netherlands, 25-27 June 2019 (oral presentation).



Theofania Tsironi, Ioanna Semenoglou, Athina Ntzimani, Efimia Dermesonlouoglou, Petros Taoukis

School of Chemical Engineering, National Technical University of Athens, Greece (taoukis@chemeng.ntua.gr)

Introduction

The short shelf life and perishability of fish products is a commercial drawback and methods of extension are being investigated. New minimal and nonthermal food processing methods are sought by the industry in the pursuit of producing better quality fish products with extended shelf life with retention of nutritional and sensory properties (Tsironi et al., 2014 and 2019; Tsironi and Taoukis, 2019). Several studies have been conducted recently on the efficacy of washing and sanitizing treatments in reducing microbial populations on food products. Limited work on the effect on fish has been published and no industrial scaling-up has been reported (Thi et al., 2015). The objective of the study was to investigate and mathematically model the effect of surface decontamination of fresh fish using alternative organic acids on the quality and shelf life during refrigerated storage.

Materials & Methods

Marine cultured gilthead seabream (*Sparus aurata*) were stored isothermally at 0°C for 6 days after harvesting. Fish was gutted manually and immersed in water for 0-10 min. The incorporation of natural organic acids (lactic acid, citric acid) at different concentrations (0-200 ppm) for times 0-10 min during gutting was tested for its efficacy to reduce initial microbial load and prolong shelf life. Control (treated with water) and organic acid treated samples were afterwards stored under controlled isothermal conditions (0-10°C) for shelf life testing. Quality assessment was based on microbiological analysis (total viable count, *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae* spp., lactic acid bacteria, H₂S-producing bacteria, etc), pH, colour, texture measurement and sensory scoring. A sensory score of 5 was taken as the average score for minimum acceptability.

Results

Initial surface decontamination (up to 2 logcfu/g for total viable count, *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae* spp. and H₂S-producing bacteria, depending on species and processing conditions) by the addition of organic acids in the washing water was observed (Figures 1 a-c).

Microbial load reduction was increased for higher washing solution concentrations and longer treatment. Higher reduction of the initial microbial load was observed after treatment with citric acid for TVC, *Pseudomonas* spp. and H₂S-producing bacteria and with lactic acid solution for *Enterobacteriaceae* spp. Mathematical models were developed for the inactivation of spoilage bacteria as a function of treatment conditions and the concentration of acid in the washing water. The experimental data were adequately described by Equation (1):

$$\log\left(\frac{N}{N_0}\right) = a + \sqrt{C - b} \cdot e^{-d \cdot t} \quad (1)$$

where N_0 and N are the initial and final (after treatment) microbial load, C is % (w/v) washing solution concentration, t is treatment (min) and a , b , d are constants.

Microbial growth during subsequent refrigerated storage of untreated (Control) and treated fish was modeled using the Baranyi Growth Model. Limit of sensory shelf life of gutted fish (score 5 by the sensory panel for overall impression) coincided with a *Pseudomonas* spp. level of 10^7 cfu/g at all tested storage temperatures (0-10°C). Based on the values at the end of the shelf life of the studied indices and the temperature dependence of their rate constants expressed by the Arrhenius kinetics, simple equations for shelf life calculation can be used (Equation 2).

$$t_{SL} = \frac{\log N_L - \log N_0}{k_{ref} \cdot \exp\left[-\frac{E_a}{R} \cdot \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}}\right)\right]} \quad (2)$$

where t_{SL} is the shelf life (d) of gilthead seabream, $\log N_L$ is the limit *Pseudomonas* spp. load (7 log cfu/g), $\log N_0$ is the initial *Pseudomonas* spp. load, k_{ref} is the rate constant of *Pseudomonas* spp. growth at a reference temperature T_{ref} (4°C), E_a is the activation energy of *Pseudomonas* spp. growth, R is the universal gas constant.

Based on these calculations, the shelf life of gutted gilthead seabream for different treatment conditions is presented in Table 1.

Table 1. Shelf life (days) of gutted gilthead seabream for different processing and storage conditions.

Processing / storage conditions	Control	Citric acid (100ppm/5 min)	Citric acid (200 ppm/10 min)
0°C	12	13	16
5°C	6	7	8
10°C	4	5	6

Conclusions

The results of the study indicated that the application of washing treatment led to improved quality stability during subsequent refrigerated storage and shelf life extension. Initial surface decontamination up to 2.0 logcfu/g by the addition of organic acids in the washing water may result in 2-4 days shelf life extension of gutted fish at 0°C storage. Shelf life extension of fish could open new distant markets currently inaccessible to fresh fish products and allow the use of higher temperatures (e.g. 5°C) in the cold chain of seafood which would significantly reduce energy and food waste.

References

Thi, A.N.T., Sampers, I., Haute, S., Nguycn, B.L., Heyndrick, M., Devlieghere, F. 2015. Decontamination of Pangasius fish (*Pangasius hypophthalmus*) with chlorine or peracetic acid in the laboratory and in a Vietnamese processing company. *Int J Food Microbiology*, 208, 93-101.

Tsironi T., Anjos L., Pinto P.I.S., Dimopoulos G., Santos S., Santa C., Manadas B., Canario A., Taoukis P., Power D. (2019). High pressure processing of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets and tools for flesh quality and shelf life monitoring. *J Food Eng*, 262, 83-91.

Tsironi T., Maltezou I., Tsevdou M., Katsaros G., Taoukis P.S. (2015). High pressure cold pasteurization of gilthead seabream fillets: Selection of process conditions and validation of shelf-life extension. *Food and Bioprocess Technology: An International Journal*, 8, 681-690.

Tsironi T., Taoukis P. (2019). Advances in conventional and nonthermal processing of fish for quality improvement and shelf life extension. *Reference Module in Food Science*. Elsevier, pp. 1-7.

Tsironi T., Semenoglou I., Ntzimani A., Dermesonlouoglou E., Taoukis P. "Modeling the effect of surface washing treatment on inactivation of spoilage bacteria and shelf life extension of fresh fish". ICEF13 International Congress on Engineering and Food. Melbourne, Australia, 23-26 September 2019 (Poster presentation and mini-oral).

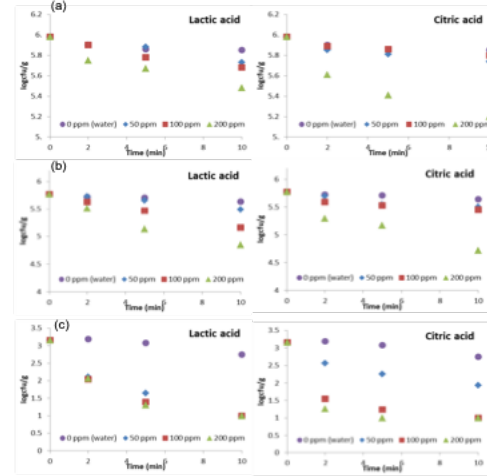


Figure 1. Results after washing with lactic acid or citric acid at concentrations 0-200 ppm for 0-10 min on (a) Total viable count, (b) *Pseudomonas* spp. and (c) *Enterobacteriaceae*, in whole gilthead seabream.

Acknowledgment

The research was funded by the Operational Programme for Fisheries and Maritime 2014-2020-Greece, Priority 2, Measure 3.2.1, Article 47. (MIS 5010939-Development and application of novel methods for fish harvesting and processing for quality improvement and shelf life extension)





Διάχυση αποτελεσμάτων

Introduction

The short shelf life and perishability of fish products is a commercial drawback and methods of extension are being investigated. New minimal and nonthermal food processing methods are sought by the industry in the pursuit of producing better quality fish products with extended shelf life with retention of nutritional and sensory properties (Tsironi et al., 2014 and 2019; Tsironi and Taoukis, 2019). Several studies have been conducted recently on the efficacy of washing and sanitizing treatments in reducing microbial populations on food products. Limited work on fish has been published and no industrial scaling-up has been reported (Thi et al., 2015). The objective of the study was to investigate the effect of nonthermal, i.e. osmotic dehydration (OD), pulsed electric fields (PEF) and minimal processing (i.e. surface decontamination) on the quality and shelf life of farmed gilthead seabream and European sea bass during refrigerated storage.

Materials & Methods

Gilthead seabream (*Sparus aurata*) and European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) filets were treated using, OD (glycerol/NaCl solutions) and PEF (250-1000 pulses, 15 μs, 20 Hz, 1.7 kV/cm- Elcrack-5kW, DIL, Quakenbruck, Germany) as alternative approaches to the conventional post-harvest fish processing methods. The incorporation of natural organic acids (0-200 ppm, 0-10 min-lactic acid or citric acid, 0-150 ppm, 0-4 min-peracetic acid) at different concentrations in the washing water during gutting was also tested for its efficacy to reduce initial microbial load and prolong shelf life. Samples were stored under controlled isothermal conditions (0-10°C). Quality assessment was based on microbiological analysis (total viable count, *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae* spp.), pH, colour, texture measurement and sensory scoring. A sensory score of 5 was taken as the average score for minimum acceptability. Temperature in the incubators was constantly monitored with electronic, programmable miniature data-loggers (COX TRACER®, Belmont, NC).

Results

Effect of washing with organic acids on fish

Initial surface decontamination (up to 2 logcfu/g for total viable count, *Pseudomonas* spp. and *Enterobacteriaceae* spp.) by the addition of organic acids in the washing water was observed (Figure 1). Microbial load reduction was increased for higher washing solution concentrations and longer treatment. Higher reduction of the initial microbial load was observed after treatment with citric acid for TVC, *Pseudomonas* spp. and H₂S-producing bacteria and with lactic acid solution for *Enterobacteriaceae* spp.

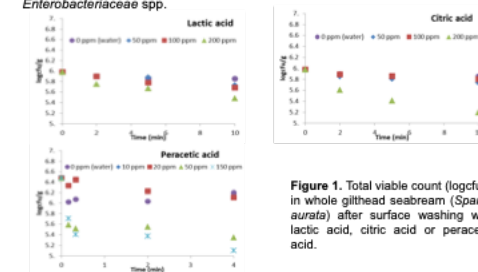


Figure 1. Total viable count (logcfu/g) in whole gilthead seabream (*Sparus aurata*) after surface washing with lactic acid, citric acid or peracetic acid.

Mathematical models were developed for the inactivation of spoilage bacteria as a function of treatment conditions and the concentration of acid in the washing water. The experimental data were adequately described by Equation (1):

$$\log\left(\frac{N}{N_0}\right) = a + \sqrt{C-b} \cdot e^{-dt}$$

where N_0 and N are the initial and final (after treatment) microbial load, C is % (w/v) washing solution concentration, t is treatment (min) and a , b , d are constants. Limit of sensory shelf life of gutted fish (score 5 by the sensory panel for overall impression) coincided with a *Pseudomonas* spp. level of 10⁷ cfu/g at all tested storage temperatures (0-10°C). The shelf life of gutted gilthead seabream for different treatment conditions is presented in Table 1.

Acknowledgment

This study was supported by the Greek Operational Programme for Fisheries, Priority Axis "Innovation in Aquaculture", Project title: "Development and application of novel methods at harvesting and processing of fish for quality improvement and shelf life extension" (2018-2021) website: slurryfish.chemeng.ntua.gr

Table 1. Shelf life (days) of gutted gilthead seabream for different processing and storage conditions

Processing / storage conditions	Control	Citric acid (100ppm/5 min)	Citric acid (200 ppm/10 min)
0°C	12	13	16
5°C	6	7	8
10°C	4	5	6

Effect of OD treatment on fish

Osmotic dehydration caused substantial a_w decrease with higher solution concentrations showing the strongest effect. A_w was initially 0.99 and reached final values between 0.87, 0.83 and 0.82 after 240 min of osmotic treatment at 40, 50 and 60% glycerol, respectively. The effective diffusion coefficients of water ($D_{w,e}$) and solids ($D_{s,e}$) were calculated by applying Fick's law on the experimental data (Table 1).

Table 1. Effective diffusion coefficients of water ($D_{w,e}$) and solids ($D_{s,e}$) during osmotic dehydration of sea bass filets

Treatment	$D_{w,e}$ (m ² ·s ⁻¹)	$D_{s,e}$ (m ² ·s ⁻¹)
40% glycerol	1,90 (± 0,15) ·10 ⁻⁹	1,82 (± 0,12) ·10 ⁻⁹
50% glycerol	2,77 (± 0,15) ·10 ⁻⁹	2,50 (± 0,21) ·10 ⁻⁹
60% glycerol	3,62 (± 0,27) ·10 ⁻⁹	4,12 (± 0,55) ·10 ⁻⁹
PEF/50% glycerol	4,03 (± 0,32) ·10 ⁻⁹	4,14 (± 0,38) ·10 ⁻⁹

OD resulted in significant shelf life extension of fish filets (6 days and up to 10 days for untreated and osmo-treated samples at 5°C, respectively).

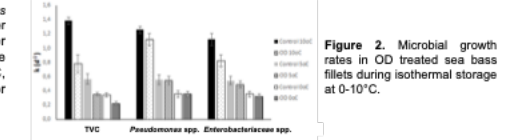


Figure 2. Microbial growth rates in OD treated sea bass filets during isothermal storage at 0-10°C.

Combined effect of OD and PEF on fish

PEF enhanced the mass transfer phenomena during osmotic treatment but did not affect significantly the quality and shelf life of fish filets. PEF pretreatment further increased $D_{w,e}$ and $D_{s,e}$ values up to 50% and 66% respectively (for 1500 pulses) and the number of pulses correlated with the calculated $D_{w,e}$ and $D_{s,e}$ values, following a logistic mathematical model (Table 1).

Conclusions

The results of the study indicated that the application of nonthermal and minimal processing led to improved quality stability during subsequent refrigerated storage and significant shelf life extension, in terms of microbial growth, physicochemical and organoleptic degradation of the filets. Minimal processing of fish could open new distant markets currently inaccessible to fresh fish products and allow the use of higher temperatures (5°C) in the cold chain of seafood which would significantly reduce energy and food waste. The application of surface sanitization by washing with organic acids proved comparatively effective to the alternative minimal and nonthermal processes studied.

References

- Thi et al., (2015). Decontamination of Pangasius fish (*Pangasius hypophthalmus*) with chlorine or peracetic acid in the laboratory and in a Vietnamese processing company. *Int J Food Microbiology*, 208, 93-101.
- Tsironi et al., (2019). High pressure processing of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) filets and tools for flesh quality and shelf life monitoring. *J Food Eng.* 262, 83-91.
- Tsironi et al., (2015). High pressure cold pasteurization of gilthead seabream filets: Selection of process conditions and validation of shelf-life extension. *Food Bioprocess Technol.* 8, 681-690.
- Tsironi & Taoukis, (2019). Advances in conventional and nonthermal processing of fish for quality improvement and shelf life extension. *Reference Module in Food Science*. Elsevier, pp. 1-7.

Διάχυση αποτελεσμάτων



Mathematical modelling of the fish surface microbial inactivation by alternative washing media

Semenoglou I., Ntzimani A., Machairas D., Tsironi T., Taoukis P.



School of Chemical Engineering, National Technical University of Athens, Greece (taoukis@chemeng.ntua.gr)

Machairas D., Semenoglou I., Ntzimani A., Tsironi T., Taoukis P. "Mathematical modelling of the fish surface microbial inactivation by alternative washing media". 33rd EFFoST International Conference. Sustainable Food Systems - Performing by Connecting, Rotterdam, The Netherlands, 12-14 November 2019 (Poster presentation).

Introduction

The short shelf life and perishability of fish products is a commercial drawback and methods of extension are being investigated. New minimal and nonthermal food processing methods are sought by the industry in the pursuit of producing better quality fish products with extended shelf life with retention of nutritional and sensory properties (Tsironi et al., 2015 and 2019; Tsironi and Taoukis, 2019). Several studies have been conducted recently on the efficacy of washing and sanitizing treatments in reducing microbial populations on food products. Limited work on the effect on fish has been published and no industrial scaling-up has been reported (Thi et al., 2015). The objective of the study was to investigate and mathematically model the effect of surface decontamination of fresh fish using alternative organic acids on the quality and shelf life during refrigerated storage.

Materials & Methods

Marine cultured gilthead seabream (*Sparus aurata*) were stored isothermally at 0°C for 6 days after harvesting. Fish was gutted manually and immersed in water for 0-10 min. The incorporation of natural organic acids (lactic acid, citric acid, peracetic acid) at different concentrations (0-200 ppm) for times 0-10 min during gutting was tested for its efficacy to reduce initial microbial load and prolong shelf life.

Control (treated with water) and organic acid treated samples were afterwards stored under controlled isothermal conditions (0-10°C) for shelf life testing. Quality assessment was based on microbiological analysis (total viable count, *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae* spp., lactic acid bacteria, H₂S-producing bacteria, etc), pH, colour, texture measurement and sensory scoring (1-9 scale). A sensory score of 5 was taken as the average score for minimum acceptability.

Results

Initial surface decontamination (up to 2 logcfu/g for total viable count, *Pseudomonas* spp. and *Enterobacteriaceae* spp.) by the addition of organic acids in the washing water was observed (Figure 1). Increased microbial load reduction was achieved for higher washing solution concentrations and longer treatment. Higher reduction of the initial microbial load was observed after treatment with citric acid for TVC, *Pseudomonas* spp. and H₂S-producing bacteria and with lactic acid solution for *Enterobacteriaceae* spp.

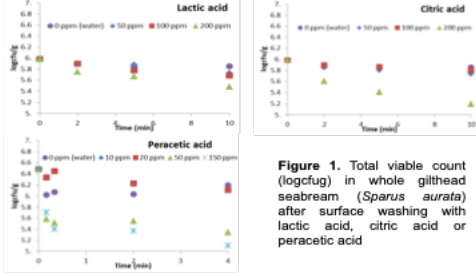


Figure 1. Total viable count (logcfu/g) in whole gilthead seabream (*Sparus aurata*) after surface washing with lactic acid, citric acid or peracetic acid

Mathematical models were developed for the inactivation of spoilage bacteria as a function of treatment conditions and the concentration of acid in the washing water. The experimental data were adequately described by Equation (1):

$$\log\left(\frac{N}{N_0}\right) = a \cdot \sqrt{C} + b \cdot e^{-d \cdot t} \quad (1)$$

where N_0 and N are the initial and final (after treatment) microbial load, C is % (w/v) washing solution concentration, t is treatment (min) and a , b , d are constants.

	Lactic acid	Citric acid
a	-0.015	-0.022
b	2.574	2.151
d	-0.137	-0.096

Table 1. Constants of Eq.1 for the inactivation of *Pseudomonas* spp. as a function of washing parameters

Microbial growth during subsequent refrigerated storage of untreated (Control) and treated fish was modeled using the Baranyi Growth Model (Figure 2). Limit of sensory shelf life of gutted fish (score 5 by the sensory panel for overall impression) coincided with a *Pseudomonas* spp. level of 10⁷ cfu/g at all tested storage temperatures (0-10°C). Based on the values at the end of the shelf life of the studied indices and the temperature dependence of their rate constants expressed by the Arrhenius kinetics, simple equations for shelf life calculation can be used (Equation 2).

$$t_{SL} = \frac{\log N_i - \log N_0}{k_{ref} \cdot \exp\left[-\frac{E_a}{R} \cdot \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}}\right)\right]} \quad (2)$$

where t_{SL} is the shelf life (d) of gilthead seabream, $\log N_i$ is the limit *Pseudomonas* spp. load (7 log cfu/g), $\log N_0$ is the initial *Pseudomonas* spp. load, k_{ref} is the rate constant of *Pseudomonas* spp. growth at a reference temperature T_{ref} (4°C), E_a is the activation energy of *Pseudomonas* spp. growth (60-70 kJ/mol for the different treatments), R is the universal gas constant.

Based on these calculations, the shelf life of gutted gilthead seabream for different treatment conditions is presented in Table 2.

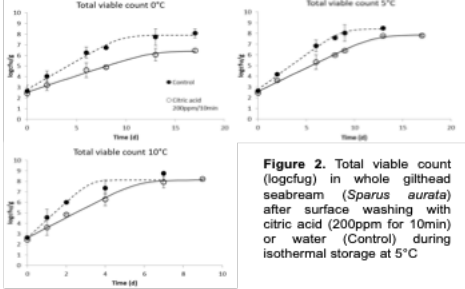


Figure 2. Total viable count (logcfu/g) in whole gilthead seabream (*Sparus aurata*) after surface washing with citric acid (200ppm for 10min) or water (Control) during isothermal storage at 5°C

Table 2. Shelf life (days) of gutted gilthead seabream for different processing and storage conditions

Processing / storage conditions	Control	Citric acid (100ppm/5 min)	Citric acid (200 ppm/10 min)
0°C	12	13	16
5°C	6	7	8
10°C	4	5	6

Conclusions

The results of the study indicated that the application of washing treatment led to improved quality stability during subsequent refrigerated storage and shelf life extension. Initial surface decontamination up to 2.0 logcfu/g by the addition of organic acids in the washing water may result in 2-4 days shelf life extension of gutted fish at 0°C storage. Shelf life extension of fish could open new distant markets currently inaccessible to fresh fish products and allow the use of higher temperatures (e.g. 5°C) in the cold chain of seafood which would significantly reduce energy and food waste.

References

Thi, A.N.T., Sampers, I., Haute, S., Nguycn, B.L., Hendrickx, M., Devleghere, F. 2015. Decontamination of Pangasius fish (*Pangasius hypophthalmus*) with chlorine or peracetic acid in the laboratory and in a Vietnamese processing company. *Int. J. Food Microbiology*, 208, 93-101.

Tsironi T., Anjos L., Pinto P.I.S., Dimopoulos G., Santos S., Santa C., Manadas B., Canario A., Taoukis P., Power D. (2019). High pressure processing of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) filets and tools for fish quality and shelf life monitoring. *J. Food Eng.* 262, 83-91.

Tsironi T., Maltezos I., Tsevidou M., Katsaros G., Taoukis P.S. (2015). High pressure cold pasteurization of gilthead seabream filets: Selection of process conditions and validation of shelf-life extension. *Food and Bioprocess Technology: An International Journal*, 8, 681-690.

Tsironi T., Taoukis P. (2019). Advances in conventional and nonthermal processing of fish for quality improvement and shelf life extension. *Ref. Module Food Sci.* Elsevier, pp. 1-7.

Acknowledgment

This study was supported by the Greek Operational Programme for Fisheries, Priority Axis "Innovation in Aquaculture". Project title: "Development and application of novel methods at harvesting and processing of fish for quality improvement and shelf life extension" (2018-2021) website: slurryfish.chemeng.ntua.gr



Διάχυση αποτελεσμάτων



Ntzimani A., Angelakopoulos R., Semenoglou I., Tsironi T., Moutou K., Taoukis P. "Seasonal pattern of flesh quality improvement and shelf life extension of European sea bass by slurry ice cooling during fish harvesting and transportation". Aquaculture Europe 2020. 12-15 April 2021, Virtual (Poster presentation).



SEASONAL PATTERN OF FLESH QUALITY IMPROVEMENT AND SHELF LIFE EXTENSION OF EUROPEAN SEA BASS BY SLURRY ICE COOLING DURING FISH HARVESTING AND TRANSPORTATION

Ntzimani Athina¹, Angelakopoulos Rafael², Semenoglou Ioanna^{1,2}, Tsironi Theofania^{1,2}, Moutou Katerina², Taoukis Petros¹

¹ Laboratory of Food Chemistry and Technology, School of Chemical Engineering, National Technical University of Athens, Athens, Greece (ntzimani@chemeng.ntua.gr)
² Laboratory of Genetics, Evolutionary and Comparative Biology, Department of Biochemistry and Biotechnology, University of Thessaly, Larissa, Greece (imoutou@bio.uoi.gr)
³ Laboratory of Food Process Engineering, Department of Food Science and Human Nutrition, Agricultural University of Athens, Athens, Greece (tsironi@aua.gr)

Introduction

Fish is highly susceptible to spoilage, which can be caused by both intrinsic chemical reactions and microbial growth. The key to fish preservation is the immediate chilling upon catch or harvest to a temperature slightly above the freezing point and maintaining this temperature throughout the cold chain (Kauffeld et al., 2010). The replacement of conventional fake ice with slurry ice as a slaughtering method may result to improved quality stability during subsequent refrigerated storage and shelf-life extension, in terms of microbial growth, flesh quality and sensory degradation of fish (Ntzimani et al., 2021).

Objective

The objective of the study was the evaluation of the effect of environmental temperature (seasonality) and cooling medium of fish (slurry ice) during harvesting and transportation on flesh quality and key parameters that determine shelf life of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*).

Materials & Methods

Whole European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) was taken from the net cages in Philotsofish S.A. farming facilities (Greece) and were randomly slaughtering in 0, 50 or 100% slurry ice (prepared from seawater), was transported to the laboratory in polystyrene boxes. Four different mixtures of slurry ice and conventional fake ice were tested, coded as C: slaughtered and transported in 100% fake ice, B: slaughtered in 100% slurry ice and transported in 100% fake ice, B60: slaughtered and transported in 50% slurry ice-50% fake ice, B100: slaughtered and transported in 100% slurry ice. The ratio of ice (slurry or fake) to fish (wt/wt) was 1:1 and the temperature of the slurry ice was -3.2°C. Sampling was performed in two different periods, i.e. December 2019 (18.5°C) and September 2020 (27°C), in the same fish farm located in Larissa (Thessalia, Greece). Upon receipt at the laboratory, all fish samples were stored isothermally at 4°C. Quality evaluation was based on microbial growth (total viable count, *Pseudomonas* spp., *Brochothrix thermosphacta*, H₂S-producing bacteria *yeastlike* and *Enterobacteriaceae* spp.), proteolytic enzymes, proteolytic enzymes, and sensory evaluation. The activity of major proteases, namely Calpain, Collagenase, Cathepsin B and L, responsible for white muscle degradation was measured; a piece of white muscle was extracted from the fillet at slaughter (day 0) and on days 1, 2, 4, 8 and 16 post slaughter. Enzymes were extracted and the activity was assayed. Activity was expressed as fluorescence units (FU) change per minute per mg protein.

Results

- Microbial growth**

At sampling, the average water temperature was 18.5°C and 27°C in December 2019 and September 2020, respectively.



Figure 1. Growth of *Pseudomonas* spp. on whole sea bass slaughtered during (a) December and (b) September




Figure 2. Growth of H₂S-producing bacteria on whole sea bass slaughtered during (a) December and (b) September

The ambient water temperature had no significant effect either on the dominant microflora or on the microbial counts and shelf life of the fish products (Figures 1,2). *Pseudomonas* spp. and H₂S-producing bacteria were the dominant spoilage microorganisms in all samples tested. Populations of the rest of the bacteria tested, remained under the detection limit throughout the entire storage period. Results of the microbiological analysis coincided rather well with the respective results of the sensory evaluation of samples. Additionally, the physicochemical analysis showed no effect of the ambient water temperature on the quality parameters measured. However, the use of slurry ice instead of the conventional fake ice led to improved quality and microbial stability during refrigerated storage, as well as to a 2-6 day shelf-life extension of whole sea bass stored at 0 °C. This positive effect did not differentiate with water temperature.

Acknowledgment

This study was supported by the Greek Operational Programme for Fisheries, Priority Axis "Innovation in Aquaculture", Project title: "Development and application of novel methods at harvesting and processing of fish for quality improvement and shelf life extension" (2018-2021) website: slurryfish.chemeng.ntua.gr



Results

- Protease activity**

The overall activity of the cytoplasmic calpains and of the collagenases was significantly lower at the low water temperature. No such difference was recorded for the lysosomal cathepsin B and cathepsin L activities. However, the higher cathepsin activities were observed in the C group in the high-water temperature. Significant temporal differences in all enzyme activities were recorded in either water temperature and all methods. A significant correlation between calpain and collagenase activities was observed across slaughter methods and water temperatures. A significant correlation between cathepsin B and L activities across methods was observed only at high water temperature (Figure 3).

A strong indication of water temperature effect it is shown from PERMANOVA analysis. Despite a high dispersion of values, two separated groupings were observed (Figure 4).



Figure 3. Enzymatic activity of enzymes in all slaughter and storage methods. Superscripts indicate statistically significant differences ($p < 0.05$) between treatments on each sampling day.

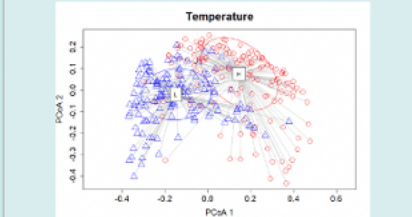


Figure 4. Principal Coordinates Analysis (PCoA) plot visualizing similarities of data grouped by temperature L: 18.5°C and H: 27°C

Conclusions

The systematic study of the effect of harvesting and transportation conditions on the quality indicators and shelf life during refrigerated storage may provide technological solutions for fish handling with the aim to improve quality and shelf life and reduce food losses during distribution and storage from harvesting up to the consumer level. The use of slurry ice at slaughter appears to lead to improved product quality and extended shelf-life based on microbial growth and intrinsic degrading enzyme activity. It is also evident that water temperature shapes physiological characteristics that are determinant of post-slaughter quality.

References

Barrett, A. J., & Kinschke, H. (1981). Cathepsin B, cathepsin H, and cathepsin L. *Methods in Enzymology*, 80, 539-567.

Kauffeld, M., Wang, M.J., Goldstein, V. & Kasza, K.E. (2010). Ice slurry applications. *International Journal of Refrigeration*, 33, 1491-1505.

Lakshmanan, R., Patterson, M., & Pigott, J. (2006). Effects of high-pressure processing on proteolytic enzymes and proteins in cold-smoked salmon during refrigerated storage. *Food Chemistry*, 90(4), 541-548.

Ntzimani A., Angelakopoulos R., Semenoglou I., Dermesonliougou E., Tsironi T., Moutou K. & Taoukis P. (2021) Slurry ice as an alternative cooling method for fish harvesting and distribution: study on the effect on seabass flesh quality and shelf life. *Aquaculture and Fisheries* (Accepted, in press)

Διάχυση αποτελεσμάτων

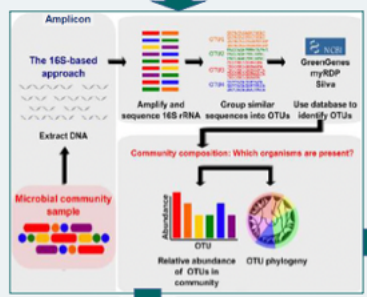
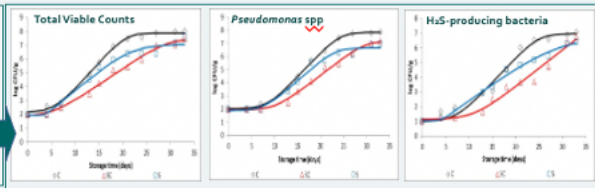
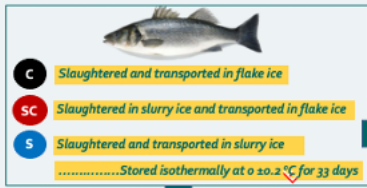
Angelakopoulos R., Ntzimani A., Semenoglou I., Tsironi T., Taoukis P., Moutou K. "Effect of slurry ice cooling during harvesting and transportation of European sea bass on flesh microbial quality". Aquaculture Europe 2020. 12-15 April 2021, Virtual (Poster presentation).

Angelakopoulos Rafael¹, Ntzimani Athina², Semenoglou Ioanna², Tsironi Theofania^{2,3}, Taoukis Petros², Moutou Katerina¹

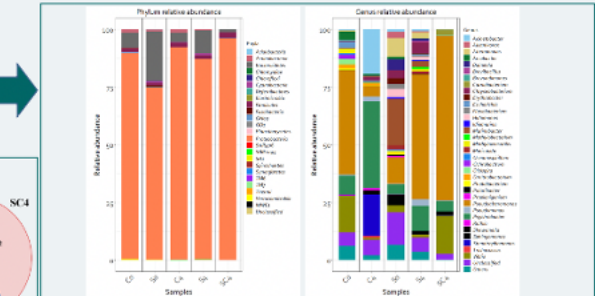
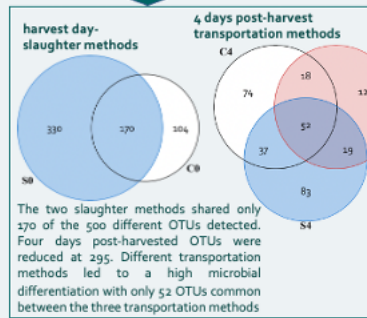
Slurry Fish ¹Laboratory of Genetics, Evolutionary and Comparative Biology, Department of Biochemistry and Biotechnology, University of Thessaly, Larissa, Greece (angelako@bio.uoi.gr) ²Laboratory of Food Chemistry and Technology, School of Chemical Engineering, National Technical University of Athens, Athens, Greece (ntzimani@chemeng.ntua.gr) ³Laboratory of Food Process Engineering, Department of Food Science and Human Nutrition, Agricultural University of Athens, Athens, Greece (tsironi@aua.gr)

Introduction
Post-harvest fish deterioration process is accelerated by increased temperatures, physical damage, and contamination. Therefore, the key to fish preservation is the immediate chilling upon catch or harvest to a temperature slightly above the freezing point and maintaining this temperature throughout the cold chain. Slurry ice is a biphasic system consisting of small spherical ice particles surrounded by seawater at subzero temperature (Calki et al., 2006). Its reported advantages over traditional fresh-water ice include its lower temperature, faster chilling due to rapid heat exchange, and lower rate of physical damage due to its spherical microscopic particles (Kauffeld et al., 2010).

Objective..... Evaluation of the effect of slurry ice use during harvesting and transportation of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) on fish flesh and skin microbiome using conventional and novel "omics" analytical tools.....



TVC, *Pseudomonas* spp. and H₂S-producing bacteria counts increased during storage, whereas *Brochothrix thermosphacta*, yeasts/molds (<2.0 log CFU/g) and *Enterobacteriaceae* (<1.0 log CFU/g) remained below the detection limit during the 33-day storage period. Initial counts of TVC, *Pseudomonas* spp. and H₂S-producing bacteria were low and comparable with those reported in the literature for fresh fish stored aerobically (Tsironi et al., 2019). Slurry ice delayed the growth of both *Pseudomonas* spp. and H₂S-producing bacteria leading to better control of microbial growth as compared with conventional ice.




- On harvest day, *Pseudoalteromonas* and *Marinobacter* were the dominant genus in C and S samples.
- Storage in slurry ice established *Pseudoalteromonas* as the dominant genus (65%), as opposed to *Psychrobacter* (39%) following storage in ice flakes.
- The use of slurry ice as an alternative slaughtering method for farmed European sea bass resulted in a significantly different microbiome composition at slaughter and during storage.
- The comparison with conventional slaughter in ice flakes indicated that ice flake microbiome may reflect on the start microbiome of the fish and storage can dictate different trajectories in microbiome composition.

References Calki et al. (2006). European Food Research and Technology, 222, 330-38. Tsironi et al. (2010). International Journal of Refrigeration, 33, 1491-1505. Tsironi et al. (2019). Journal of Food Engineering, 264, 83-91.

Acknowledgment This research was Co-financed by Greece and the European Union, European Maritime and Fisheries Fund, Project title: "Development and application of novel methods for fish harvesting and processing for quality improvement and shelf life extension" (2018-2021) website: slurryfish.chemeng.ntua.gr

Διάχυση αποτελεσμάτων



Ntzimani A., Semenoglou I., Tsironi T., Taoukis P. “Modelling the effect of alternative washing media on surface disinfection of fish”. IFT annual Meeting 2021. 18-21 July 2021, Vitrual (Poster presentation).



Food Improved by Research, Science, & Technology

Modelling the effect of alternative washing media on surface disinfection of fish

A. NTZIMANI¹, I. SEMENOGLOU¹, T. TSIRONI^{1,2}, P. TAOUKIS¹
¹ Laboratory of Food Chemistry and Technology, School of Chemical Engineering, National Technical University of Athens, Greece (ntzimani@chemeng.ntua.gr)
² Food Process Engineering Laboratory, Department of Food Science and Human Nutrition, Agricultural University of Athens, Greece (tsironi@aua.gr)

INTRODUCTION

Several studies have been conducted recently on the efficacy of washing and sanitizing treatments in reducing microbial populations on perishable food products. Limited work on the effect on fish has been published and no industrial scaling-up has been reported (Thi et al., 2015).

RESULTS

- Initial surface decontamination in the range of 1.0-2.0 logcfu by the addition of organic acids in the washing water resulted in 3-4 days shelf life extension of fish stored at 0 °C.
- Increased microbial load reduction was achieved for higher washing solution concentrations and longer treatment.
- Higher reduction of the initial microbial load was observed after treatment with citric acid for TVC, Pseudomonas spp. and H₂S-producing bacteria, with lactic acid for Enterobacteriaceae spp. and with PAA for Pseudomonas spp. and Enterobacteriaceae, compared to other bacteria tested.

CONCLUSIONS


The results of the study indicated that the application of washing treatment with acids may result in significant deactivation of spoilage microorganisms in gutted fish and fillets. Washing of fish using organic acids can reduce initial microbial load and significantly extend the shelf life of gutted fish and fillets.

Shelf life extension of fish could open new distant markets currently inaccessible to fresh fish products and contribute to reduction of food waste.

AIM

The objective of the study was to evaluate and mathematically model the effect of surface disinfection of fresh fish, using different organic acids as alternative washing media, on quality stability in terms of microbial growth, physicochemical and organoleptic degradation and on shelf life extension.

METHOD



Whole marine cultured European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) was studied. The incorporation of organic acids, namely lactic acid, citric acid and peracetic acid (PAA) at different concentrations in the washing water (100-5000 ppm, depending on the tested acid) during gutting or filleting for different washing times (0-10 min) was investigated. Microbial enumeration before (control samples) and after washing included several spoilage microorganisms, such as total viable count (TVC), Pseudomonas spp., Enterobacteriaceae spp., *Brochothrix thermosphacta* and H₂S-producing bacteria (mainly *Shewanella putrefaciens*). Quality evaluation included evaluation of pH, colour and texture measurement and sensory parameters (1-9 scale). A sensory score of 5 was taken as the average score for minimum acceptability.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was funded by the Greek Operational Programme for Fisheries, Priority Axis "Innovation in Aquaculture". Project title: "Development and application of novel methods for fish harvesting and processing for quality improvement and shelf life extension" (2018-2021) website: slurryfish.chemeng.ntua.gr




Figure 1. Microbial load of Pseudomonas spp. and Enterobacteriaceae spp. (logcfu/g) in gutted sea bass after surface washing with peracetic acid

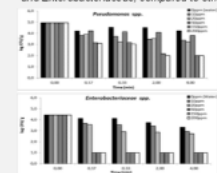


Figure 2. TVCs (log cfu/g) in gutted sea bass after surface washing with citric acid (200ppm for 10min) and (b) peracetic acid (200ppm for 4min, or water) and Control during storage at 0 °C.

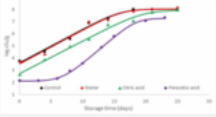
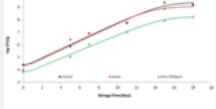


Figure 3. Pseudomonas spp. (log cfu/g) in gutted sea bass after surface washing with (a) citric acid (200ppm for 10min) and (b) peracetic acid (200ppm for 4min, or water) and Control during storage at 0 °C.



Mathematical models were developed for the inactivation of spoilage bacteria as a function of treatment time and the concentration of acid in the washing water. The experimental data was adequately described by Equation (1):

$$\log N = \log N_0 - a \cdot \sqrt{t} \cdot (C - b) \quad (1)$$

where *N* and *N*₀ are the initial and final (after treatment) microbial load, *C* is washing solution concentration (ppm), *t* is treatment (s) and *a*, *b* are constants.


Table 2. Shelf life (days) of gutted and filleted sea bass for different processing conditions, stored at 0°C.

Gutted sea bass		Fillets of sea bass	
Treatment	Shelf life (days)	Treatment	Shelf life (days)
Control	13	Control	8
Water	13	Water	7
Citric acid (200ppm/10min)	16	Citric acid (800ppm)	8
Peracetic acid (200ppm/4min)	18	Citric acid (1500ppm)	8
		Citric acid (7500ppm)	11




Διάχυση αποτελεσμάτων

Angelakopoulos R., Ntzimani A., Semenoglou I., Tsironi T., Taoukis P., Moutou K. "Treatment with organic acids extends shelf-life of gutted European sea bass". Aquaculture Europe 2021. 4-7 October 2021, Madeira, Portugal (Poster presentation).



BIOZ
Laboratory of Genetics, Comparative and Evolutionary Biology

TREATMENT WITH ORGANIC ACIDS EXTENDS SHELF-LIFE OF GUTTED EUROPEAN SEA BASS (*Dicentrarchus labrax*)



Angelakopoulos Rafael¹, Ntzimani Athina¹, Semenoglou Ioanna², Tsironi Theofania^{1,3}, Moutou Katerina¹, Taoukis Petros¹

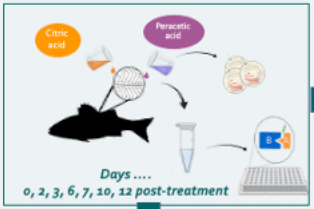
¹ Laboratory of Food Chemistry and Technology, School of Chemical Engineering, National Technical University of Athens, Athens, Greece (ntzimani@chemeng.ntua.gr)

² Laboratory of Genetics, Evolutionary and Comparative Biology, Department of Biochemistry and Biotechnology, University of Thessaly, Larissa, Greece (kmoitou@bio.uth.gr)

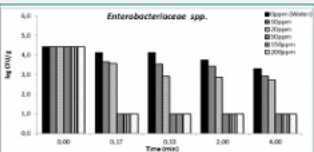
³ Laboratory of Food Process Engineering, Department of Food Science and Human Nutrition, Agricultural University of Athens, Athens, Greece (tsironi@aua.gr)

Introduction

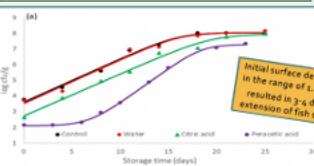
Fresh fish can easily deteriorate after being captured due to the endogenous enzyme activity and rapid microbial growth naturally present in fish. What is more, changes in composition during fish decay leads to protein degradation and lipid oxidation, as well as changes in fish odor, flavor, and texture (Campos et al., 2012). Application of organic acids on fish surfaces, mainly through dipping or spraying, is a widely used and well-known practice due to their antimicrobial properties (Mei et al., 2019).



Days ...
0, 2, 3, 6, 7, 10, 12 post-treatment

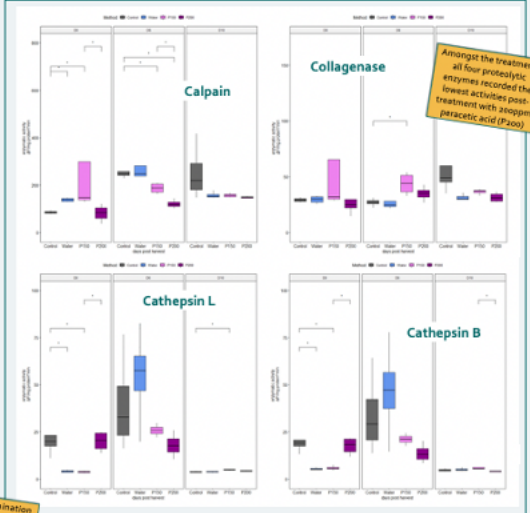


Higher washing solution concentrations and longer treatment, led to microbial load reduction.



Initial surface decontamination in the range of 4.0-4.9 log CFU/g resulted in 3-4 days shelf life extension of fish stored at 4°C.

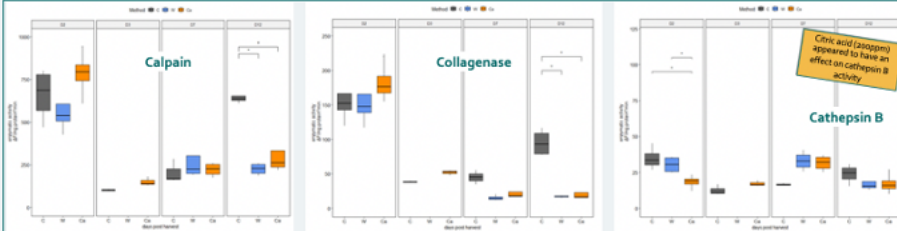
Objective.....
What is the effect of acidic decontamination on the quality and shelf life of farmed European sea bass?



Amongst the treatments all four proteolytic enzymes recorded the lowest activities post-treatment with ascorbic peracetic acid (Pasc).

Conclusion

- Application of minimal processing of fish can extend shelf life and penetrate new distant markets currently inaccessible to fresh fish products



Citric acid (ascorbic) appeared to have an effect on cathepsin B activity


Acknowledgments

This research was Co-financed by Greece and the European Union, European Maritime and Fisheries Fund in the context of the implementation of the Operational Programme for Fisheries, Priority Axis "Investment in Aquaculture", Project title: "Development and application of novel methods for fish harvesting and handling for quality improvement and shelf life extension" (2020-2024) MIS 5039036, website: slurryfish.chemeng.ntua.gr



Διάχυση αποτελεσμάτων



Ntzimani A., Semenoglou I., Kardamila E., Dermesonlouoglou E., Tsironi T., Taoukis P. "Postharvest treatments of marine cultured fish for quality preservation and shelf life extension". EFFoST2021 International Conference. 1-4 November 2021, Lausanne, Switzerland (Poster presentation).



Postharvest treatments of marine cultured fish for quality preservation and shelf life extension

Ntzimani Athina¹, Semenoglou Ioanna¹, Kardamila Eleni¹, Tsironi Theofania^{1,2}, Taoukis Petros¹


¹School of Chemical Engineering, National Technical University of Athens, Greece (ntzimani@chemeng.ntua.gr)
²Laboratory of Food Process Engineering, Department of Food Science and Human Nutrition, Agricultural University of Athens, Athens, Greece

Introduction:
 The short shelf life and perishability of fish products is a commercial drawback and methods of extension of the shelf life are being investigated. New minimal and nonthermal food processing methods are sought by the industry in the pursuit of producing better quality fish products with extended shelf life with retention of nutritional and sensory properties (Tsironi et al., 2019; Tsironi and Taoukis, 2019). Several studies have been conducted recently on the efficacy of washing and sanitizing treatments in reducing microbial populations on food products. Limited work on the effect on fish has been published and no industrial scaling-up has been reported (Thi et al., 2015).

Objective: Design and application of slurry ice as an alternative cooling medium during harvesting and transportation and a mild surface disinfection during gutting and filleting of farmed fish.

Materials and Methods:




Whole European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) was slaughtered in the processing plant and transported within 24h to the laboratory using different concentrations (0, 50 or 100% of slurry ice prepared from sea water, in conventional flake ice.

Four different mixtures of slurry ice and conventional flake ice were tested, coded as: **S0**: slaughtered and transported in 100% flake ice, **S50**: slaughtered in 100% slurry ice and transported in 100% flake ice, **S100**: slaughtered and transported in 50% slurry ice-50% flake ice, **S100**: slaughtered and transported in 100% slurry ice. The ratio of ice (slurry or flake) to fish (w/w) was 1:1 and the temperature of the slurry ice was -3.2°C.

The incorporation of citric acid on gutted and filleted European sea bass at different concentrations (0-7500 ppm, depending on the application) in the washing water of fish was investigated.

Whole, gutted and filleted fish was stored isothermally at ±0.2°C for shelf life evaluation. Quality evaluation was based on microbial spoilage (total viable count, *Pseudomonas* spp., *Brochothrix thermosphacta*, H₂S producing bacteria, yeasts/molds and *Enterobacteriaceae* spp.), colour, texture, lipid oxidation and sensory evaluation.



Results:
 Microbial growth during subsequent refrigerated storage of untreated (Control) and treated fish was modeled using the Baranyi Growth Model (Figures 1, 2, 3). Limit of sensory shelf life of gutted fish (score 5 by the sensory panel for overall impression) coincided with a level of 10⁴ cfu/g of *Pseudomonas* spp. for whole and gutted samples and of 10³ cfu/g of TVC for fillets stored at 0°C (Tsironi et al., 2019).

Evaluation of the effect of slurry ice as alternative cooling medium for fish

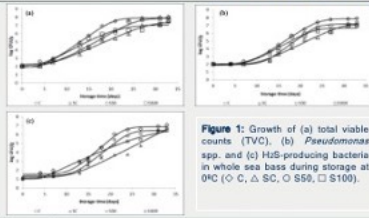


Figure 1: Growth of (a) total viable counts (TVC), (b) *Pseudomonas* spp., and (c) H₂S-producing bacteria in whole sea bass during storage at 0°C (○, △, □, S0, S50, S100).

TVC, *Pseudomonas* spp. and H₂S-producing bacteria counts increased during storage, whereas *Brochothrix thermosphacta*, yeasts/molds (<2.0 log CFU/g) and *Enterobacteriaceae* (<1.0 log CFU/g) remained below the detection limit during the 33-day storage period. Initial counts of TVC, *Pseudomonas* spp. and H₂S-producing bacteria were low and comparable with those reported in the literature for fresh fish stored aerobically (Tsironi et al., 2019). **Slurry ice delayed the growth of both *Pseudomonas* spp. and H₂S-producing bacteria** leading to better control of microbial growth as compared with conventional ice.

Evaluation of citric acid aqueous solution as an alternative washing medium for fish

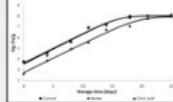


Figure 2: *Pseudomonas* spp. (log cfu/g) in gutted sea bass after surface washing with citric acid (200ppm for 10min or Water and Control during storage at 0°C.

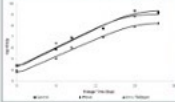


Figure 3: TVCs (log cfu/g) in filleted sea bass after surface washing with citric acid (7500ppm for 10min), Water and Control during storage at 0°C.

Initial surface decontamination (up to 2.0 logcfu/g for total viable count, *Pseudomonas* spp. and *Enterobacteriaceae* spp.) by the addition of organic acids in the washing water was observed (Figures 2, 3). **Decreased microbial load and growth rates were achieved at higher washing solution concentrations and longer treatments.** Higher reduction of the initial microbial load was observed after treatment with citric acid for TVC, *Pseudomonas* spp. and H₂S-producing bacteria as compared to the rest of the microorganisms tested.

Conclusions:


- Replacement of conventional flake ice with slurry ice resulted in improved quality and microbial stability during refrigerated storage, resulting in 2-5 days shelf life extension of whole sea bass stored at 0°C, without affecting the sensory properties of the product, whereas,
- initial surface decontamination up to 2.0 logcfu/g by the addition of citric acid in the washing water, resulted in 2-4 days shelf life extension of gutted and filleted samples at 0°C.


The systematic evaluation of the effect of harvesting, processing and transportation conditions on the quality and shelf life of fish may provide technological solutions for fish handling to improve quality and shelf life of fresh fish and reduce food losses during distribution and storage from harvesting up to the consumer level.

References


- Thi, A.N.T., Sampers, I., Haute, S., Nguyen, B.L., Hendrickx, M., Devlieghere, F. (2015). Int J Food Microbiology, 208, 93-101.
- Tsironi T., Avjos L., Pinto P.I.S., Dimopoulos G., Santos S., Santa C., Manadas B., Canario A., Taoukis P., Power D. (2019). J Food Eng. 262, 83-91.
- Tsironi T., Taoukis P. (2019). Reference Module in Food Science. Elsevier, pp. 1-7.

Acknowledgment
 This study was supported by the Greek Operational Programme for Fisheries, Priority Axis "Innovation in Aquaculture", Project title: "Development and application of novel methods at harvesting and processing of fish for quality improvement and shelf life extension" MIS: 5010939(2018-2022) website: slurryfish.chemeng.ntua.gr







Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Ταμείο
Θάλασσας και Αλιείας



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης
και Τροφίμων



Ε.Π. ΑΛΙΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΑΣ
2014 - 2020



ΕΣΠΑ
2014-2020
ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

Διάχυση αποτελεσμάτων

Ntzimani A., Angelakopoulos R., Semenoglou I., Stavropoulou N., Dermesonlouoglou E., Tsironi T., Xidia D., Liberis N., Moutou K., Taoukis P. “Development and application of novel methods for fish harvesting and processing for quality preservation and shelf life extension”. HydroMedit 2021. 4-6 November 2021, Virtual (Oral presentation).

Development and application of novel methods for fish harvesting and processing for quality preservation and shelf life extension

Ntzimani A.¹, Angelakopoulos R.², Semenoglou I.¹, Stavropoulou N.¹, Dermesonlouoglou E.¹, Tsironi T.^{1,3}, Xidia D.⁴, Liberis N.⁴, Moutou K.², Taoukis P.¹

¹ *Laboratory of Food Chemistry and Technology, School of Chemical Engineering, National Technical University of Athens, Athens, Greece*

² *Laboratory of Genetics, Comparative and Evolutionary Biology, Department of Biochemistry and Biotechnology, University of Thessaly, Larissa, Greece*

³ *Laboratory of Food Process Engineering, Department of Food Science and Human Nutrition, Agricultural University of Athens, Athens, Greece*

⁴ *Philosofish S.A., Metamorfofi, Greece*



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Aquaculture and Fisheries

journal homepage: www.keaipublishing.com/en/journals/aquaculture-and-fisheries



Slurry ice as an alternative cooling medium for fish harvesting and transportation: Study of the effect on seabass flesh quality and shelf life

Athina Ntzimani¹, Rafael Angelakopoulos², Ioanna Semenoglou¹, Efimia Dermesonlouoglou¹, Theofania Tsironi^{1,3,*}, Katerina Moutou², Petros Taoukis¹

¹ Laboratory of Food Chemistry and Technology, School of Chemical Engineering, National Technical University of Athens, Athens, 15780, Greece

² Laboratory of Genetics, Evolutionary and Comparative Biology, Department of Biochemistry and Biotechnology, University of Thessaly, Biopolis, 41500, Larissa, Greece

³ Laboratory of Food Process Engineering, Department of Food Science and Human Nutrition, Agricultural University of Athens, Athens, 11855, Greece



Article

Seasonal pattern of the effect of slurry ice during harvesting and transportation on fish quality and shelf life




Athina Ntzimani¹, Rafael Angelakopoulos², Natalia Stavropoulou¹, Ioanna Semenoglou¹, Efimia Dermesonlouoglou¹, Theofania Tsironi^{1,3*}, Katerina Moutou² and Petros Taoukis¹

- ¹ Laboratory of Food Chemistry and Technology, School of Chemical Engineering, National Technical University of Athens (NTUA), Athens, 15780, Greece; taoukis@chemeng.ntua.gr
 - ² Laboratory of Genetics, Evolutionary and Comparative Biology, Department of Biochemistry and Biotechnology, University of Thessaly (UTH), Biopolis, 41500 Larissa, Greece; kmoutou@bio.uth.gr
 - ³ Food Process Engineering Laboratory, Department of Food Science and Human Nutrition, Agricultural University of Athens, Athens, 11855, Greece; ftsironi@aua.gr
- * Correspondence: ftsironi@aua.gr



Article

Surface Decontamination and Shelf-Life Extension of Gilthead Sea Bream by Alternative Washing Treatments

Athina Ntzimani ¹, Ioanna Semenoglou ¹ , Efimia Dermesonlouoglou ¹, Theofania Tsironi ^{1,2} 
and Petros Taoukis ^{1,*} 

- ¹ Laboratory of Food Chemistry and Technology, School of Chemical Engineering, National Technical University of Athens, 15780 Athens, Greece; ntzimani@chemeng.ntua.gr (A.N.); isemen@chemeng.ntua.gr (I.S.); efider@chemeng.ntua.gr (E.D.); ftsironi@aia.gr (T.T.)
- ² Food Process Engineering Laboratory, Department of Food Science and Human Nutrition, Agricultural University of Athens, 11855 Athens, Greece
- * Correspondence: taoukis@chemeng.ntua.gr; Tel.: +30-21-0529-4703



Έρευνα ▾

Φορείς ▾

Χρηματοδότηση

Δράσεις Διάχυσης ▾

Νέα

Επικοινωνία

Slurry Fish

Μελέτη και εφαρμογή καινοτόμων μεθόδων στα στάδια της αλίευσης και της επεξεργασίας για τη βελτίωση της ποιότητας και της διατηρησιμότητας των ιχθυηρών

ΜΑΘΕΤΕ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ



ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

Διάχυση αποτελεσμάτων

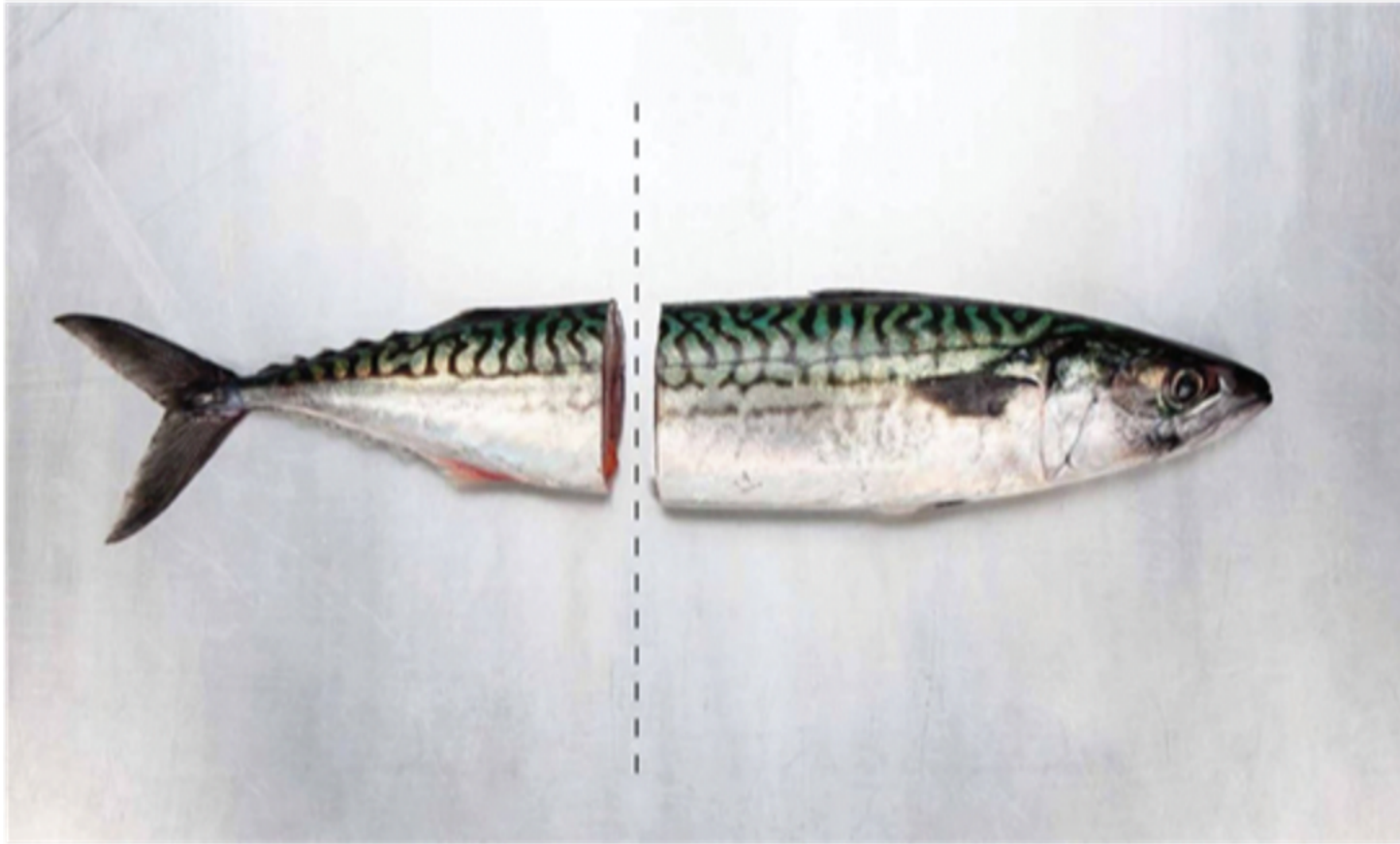
Συνέδριο Ιχθυοκαλλιέργειας 2022, Αθήνα, 15-16/4/2022

<https://aquaculture-congress2022.events.podimatas.gr>



“Take home message”

*One third of all food is thrown away - **Let's cut down on food waste!***





Πρόγραμμα SlurryFish με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΚΩΔ. ΟΠΣ/ΜΙΣ 5010939



“Μελέτη και εφαρμογή καινοτόμων μεθόδων στα στάδια της αλίευσης και της επεξεργασίας για τη βελτίωση της ποιότητας και της διατηρησιμότητας των ιχθυηρών”



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο



Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας



Philosofish AE