

 **Interreg**
Italy - Croatia
AdriAquaNet



AdriaAquaNet

**Miglioramento,
Innovazione e
Sostenibilità
dell'Acquacoltura
dell'Adriatico**



**CARATTERIZZAZIONE
CHIMICO-FISICA E
MICROBIOLOGICA DI
BRANZINI E ORATE DI
ALLEVAMENTO**



AdriaAquaNet

**Miglioramento,
Innovazione e
Sostenibilità
dell'Acquacoltura
dell'Adriatico**



CARATTERIZZAZIONE CHIMICO-FISICA E MICROBIOLOGICA DI BRANZINI E ORATE DI ALLEVAMENTO

ZAGABRIA, 2021.
Istituto Veterinario Croato, Zagabria



Nome del progetto: Interreg Italy-Croatia “AdriAquaNet” – Enhancing Innovation and Sustainability in Adriatic Aquaculture

Priorità: Innovazione Blu

Durata: 01.01.2019. – 30.06.2022.

Coordinatore: Università degli Studi di Udine, Italia

Dipartimento di Scienze Agroalimentari, Ambientali e Animali

Contatto: Prof. Marco Galeotti

marco.galeotti@uniud.it

Titolo: Caratterizzazione chimico-fisica e microbiologica di branzini e orate di allevamento

Editore: Istituto Veterinario Croato, Zagabria

Autori: Giuseppe Comi, Marco Galeotti, Lucilla Iacumin, Greta Krešić, Jelka Pleadin, Nada Vahčić, Emilio Tibaldi, Snježana Zrnčić

Editore: Snježana Zrnčić e Giuseppe Comi

Design grafico: GENS94

Fotografie: Orada Adriatic, d.o.o., Friškina d.o.o., David Skoko e autori

Stampa: Printera Grupa d.o.o.

ISBN: 9536836-21-1 (edizione cartacea)

ISBN: 953-6836-23-8 (edizione elettronica)

Il contenuto della presente pubblicazione è rilasciato sotto la sola responsabilità dei partner del progetto e non rispecchia necessariamente il parere o la posizione dell’Unione Europea

Contenuti:

Prefazione – Snježana Zrnčić	7
1. introduzione – Snježana Zrnčić, Emilio Tibaldi, Marco Galeotti	9
1.1. Proprietà di branzini (<i>Dicentrarchus labrax</i>) e orate (<i>Sparus aurata</i>) europee – Giuseppe Comi	15
2. SALUBRITÀ DEL PESCE FRESCO	19
2.1. Qualità microbiologica del pesce fresco – Giuseppe Comi.....	19
2.1.1. Caratteristiche di prodotti ittici (branzini e orate) eviscerati allevati in Europa	19
2.1.2. Alterazione di Orate e Branzini	20
2.1.3. Considerazioni sulla salubrità di branzini e orate	26
2.1.4. Esempio di risultati di analisi effettuate per confermare l'eccellente qualità igienica di branzini e orate di allevamento	28
2.1.5. Salubrità.....	31
2.2. Contaminanti chimici dei prodotti ittici – Lucilla Iacumin	35
2.2.1. Introduzione	35
2.2.2. Mercurio	37
2.2.3. Piombo	39
2.2.4. Cadmio.....	40
2.2.5. Pesticidi (Fitofarmaci)	41
2.2.6. Diossine e PCBs.....	42
2.2.7. Farmaci veterinari	44
2.2.8. Istamina	46
3. CARATTERISTICHE SENSORIALI DEL PESCE FRESCO – Nada Vahčić	49
3.1. Introduzione	49
3.2. Freschezza.....	50
3.3. Valutazione sensoriale dei pesci	52
3.4. Schema UE - pesce crudo.....	54
3.5. Il metodo QIM (Indice di qualità totale)	56
3.6. Schema Torry	58
3.7. Metodo QDA.....	58

4. QUALITA' NUTRIZIONALE DEI PESCI – Jelka Pleadin	62
4.1. Introduzione	62
4.2. Composizione nutrizionale di base	63
4.3. Acidi grassi	64
4.4. Minerali.....	67
4.4.1. Potassio e fosforo.....	68
4.4.2. Calcio	68
4.4.3. Zinco	69
4.4.4. Ferro	69
4.4.5. Iodio.....	69
4.4.6. Magnesio	69
4.4.7. Selenio	70
4.5. Vitamine	70
4.5.1. Vitamina A	70
4.5.2. Vitamina E.....	71
4.5.3. Vitamina D	71
4.5.4. Vitamine del gruppo B	71
5. BENEFICI DEL CONSUMO DI PESCE NELLA NUTRIZIONE UMANA – Greta Krešić	74
5.1. Introduzione	74
5.2. Consumo di pesce dal punto di vista dei consumatori	75
5.3. Benefici nutrizionali del consumo di pesce.....	76
5.4. Effetti positivi sulla salute del consumo di pesce.....	77
5.4.1. Malattie cardiovascolari.....	78
5.4.2. Sindrome metabolica e obesità	79
5.4.3. Cancro	80
5.5. Funzione cognitive e salute mentale	81
5.6. Raccomandazioni per il consumo di pesce	81

Prefazione

AdriAquaNet (Migliorare l'innovazione e la sostenibilità nell'acquacoltura adriatica) è un Progetto Interregionale Italia-Croatia V-A 2014-2020, che appartiene all'Asse prioritario 1 "Innovazione blu - Migliorare le condizioni per l'innovazione nei settori rilevanti dell'economia blu all'interno dell'area di cooperazione".

L'obiettivo principale del progetto è rafforzare l'acquacoltura sostenibile nel mare Adriatico trasferendo le conoscenze avanzate e le nuove tecnologie attraverso l'intera filiera, dalla gestione della produzione in azienda al mercato del prodotto trasformato. Il progetto si propone di intervenire su tre aspetti della catena di produzione del pesce fresco:

1. Miglioramento della procedura di allevamento attraverso l'uso di mangimi di formulazione innovativa e di una procedura di alimentazione per migliorare la qualità del pesce, salvando l'ambiente e al tempo stesso ottenere un netto risparmio energetico.
2. Implementazione di un nuovo approccio alla gestione della salute e del benessere animale attraverso la vaccinazione e l'applicazione di prodotti naturali contro le malattie batteriche.
3. Sviluppo di linee guida per i consumatori valutando la sicurezza e la qualità del pesce, le sue proprietà sensoriali e nutrizionali e i benefici per la salute umana, presentando tali proprietà attraverso una campagna di marketing ai consumatori della regione adriatica.

Il "Manuale per la produzione di pesce fresco" è un documento standard che istruirà le parti interessate, inclusi produttori e consumatori, su come valutare la sicurezza, la qualità e i benefici del consumo di pesce d'allevamento. Rappresenta il risultato delle attività intraprese nell'ambito del pacchetto di lavoro 5, che ha lo scopo di migliorare la qualità e la commercializzazione del pesce fresco e trasformato, e di determinare la qualità del pesce d'allevamento e la sicurezza della sua conservabilità (Pacchetto 5.1).

Gli autori partner di AdriAquaNet, massimi esperti sia in Italia che in Croazia nel campo della sicurezza e della qualità del pesce, sono di seguito elencati in ordine alfabetico:

Prof. **Giuseppe Comi**, *Professore Ordinario presso l'Università degli Studi di Udine, Italia;*

Prof. **Lucilla Iacumin**, *Professore Associato presso l'Università degli Studi di Udine, Italia;*

Prof. **Greta Krešić**, *Professore Ordinario presso University of Rijeka, Faculty of Tourism and Hospitality Management, Croatia;*

Prof. **Jelka Pleadin**, *Professore Associato presso Croatian Veterinary Institute, Zagreb, Croatia;*

Prof. **Nada Vahčić**, *Professore Ordinario presso University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology, Croatia.*

Tuttavia, la forma finale di questo manuale non avrebbe mai raggiunto questo formato senza l'assistenza disinteressata degli allevatori di spigole e orate, partner del progetto AdriAquaNet Orada Adriatic, srl., Cres e Kukuljanovo e anche Friškina, srl., Spalato, che hanno partecipato a tutte le attività di ricerca e hanno fornito tante belle foto. Un ringraziamento speciale va al sig. David Skoro, che ci ha gentilmente fornito le foto dei pasti preparati a base di branzino e orata.

Dr. Snježana Zrnčić, *Istituto Veterinario Croato,
Laboratorio per le malattie dei pesci e dei molluschi
Leader del WP 5*



1. INTRODUZIONE

Snježana Zrnčić,

Istituto Veterinario Croato

Emilio Tibaldi e Marco Galeotti,

*Università degli Studi di Udine, Dipartimento di Scienze Agro-Alimentari,
Ambientali e animali*

La dieta mediterranea, iscritta nel 2013 nell'elenco rappresentativo del patrimonio culturale dell'umanità dall'UNESCO, è così definita: *“La dieta mediterranea implica un’insieme di abilità, conoscenze, rituali, simboli e tradizioni riguardanti le colture, la raccolta, la pesca, la zootecnia, la conservazione, la lavorazione, la cottura e in particolare la condivisione e il consumo di cibo. Mangiare insieme è il fondamento dell’identità culturale e della continuità delle comunità di tutto il bacino del Mediterraneo. È un momento di scambio e comunicazione sociale, affermazione e rinnovamento dell’identità familiare, di gruppo o di comunità. La dieta mediterranea enfatizza i valori di ospitalità, vicinanza, dialogo interculturale e creatività e uno stile di vita guidato dal rispetto per la diversità. Svolge un ruolo fondamentale negli spazi culturali, nei festival e nelle celebrazioni, riunendo persone di tutte le età, condizioni e classi sociali ... “*

Il pesce e i prodotti ittici rappresentano uno degli alimenti più importanti della dieta mediterranea. Ciò implica che devono essere di qualità e soprattutto salubri e provenire da un ambiente marino controllato e di alta qualità.

Il progetto “AdriAquaNet”, finanziato da Interreg Italia-Croazia, è focalizzato sull’acquacoltura marina; attività economica molto importante svolta sia dalla parte italiana che croata del mare Adriatico. L’acquacoltura è uno dei settori produttivi in più rapida crescita tra i settori riguardanti la produzione alimentare per l’uomo, tanto da aver superato la produzione ittica ottenuta dalla pesca negli ultimi anni. In altre parole, oggi più di un pesce su due nel mondo viene prodotto in azienda (FAO, 2018). Sebbene meno significativa in Europa e nei paesi occidentali di quella osservata nel continente asiatico, questa tendenza ha caratterizzato anche i paesi della costa adriatica e in particolare la Croazia, dove l’acquacoltura marina della spigola (*Dicentrarchus labrax*) e dell’ orata (*Sparus aurata*) ha ormai raggiunto importanti traguardi produttivi. Questa crescita deriva dai recenti sviluppi del mercato ittico e, dal lato della domanda, è anche il risultato di importanti evoluzioni e cambiamenti nelle abitudini alimentari dei consumatori, che stanno sempre più orientando le loro scelte di mercato verso prodotti alimentari moderni, funzionali e sani.

La rapida crescita dei volumi di produzione e la diffusione di nuovi siti per l'acquacoltura, ha accentuato la sensibilità dell'opinione pubblica e dei governi per gli effetti ambientali. Infatti la sostenibilità socio-economica della crescita dell'acquacoltura, porta anche a una gestione integrata e controllata delle zone costiere. La crescente industria dell'acquacoltura solleva, però, anche preoccupazioni nei consumatori per la qualità complessiva del pesce d'allevamento rispetto alla controparte della pesca in termini di aspetto, caratteristiche di salubrità della carne del pesce e della sicurezza dei frutti di mare.

Le questioni elencate stanno guidando le strategie di tutti gli attori coinvolti nella produzione e nelle catene di approvvigionamento dell'acquacoltura; attori che sono fermamente impegnati nello sviluppo e nell'adozione di soluzioni rispettose dell'ambiente per la piscicoltura e in strategie sane e nutrienti per migliorare e garantire la qualità del pesce al consumatore.

Per tutte le ragioni sopra menzionate, le principali azioni del progetto AdriAquaNet, volte a ottenere un miglioramento globale dell'acquacoltura marina nella regione adriatica, sono dirette all'implementazione di:

- i) nuove formulazioni di mangimi per pesci e protocolli di alimentazione per migliorare la loro qualità e limitare l'inquinamento dell'ambiente marino;
- ii) sistemi di gestione dei rifiuti per ridurre l'inquinamento e tecniche per migliorare la sostenibilità ambientale ed energetica della piscicoltura;
- iii) nuovi vaccini e composti naturali per il controllo delle malattie infettive, per promuovere la salute dei pesci e per fornire un prodotto "sano e sicuro" ai consumatori;
- iv) sistemi di marketing innovativi e funzionali per aumentare la consapevolezza della qualità di entrambe le specie ittiche, ivi considerate: branzini e orate.

Le attività del progetto porteranno allo sviluppo di nuove soluzioni e/o all'adozione di soluzioni esistenti per garantire la sostenibilità dell'allevamento ittico. AdriAquaNet aumenterà la sostenibilità ambientale dell'allevamento ittico progettando nuove diete ittiche che si tradurranno in pesci più sani e miglioreranno la qualità per i consumatori, riducendo l'impatto sfavorevole dell'allevamento sull'ambiente e conseguendo una produzione più economica. Verrà testato un innovativo trattamento anaerobico dei rifiuti provenienti da impianti di acquacoltura intensiva e vivai ittici, consentendo di ottenere biogas utilizzabile come energia rinnovabile (sia termica che elettrica) e rendendo possibile un utilizzo sicuro dei rifiuti come fertilizzanti organici per ridurre il loro impatto ambientale.

AdriAquaNet promuoverà anche la salute dei pesci e contemporaneamente fornirà prodotti più sicuri ai consumatori proponendo nuove soluzioni per limitare i focolai di malattie causate da patogeni microbici e parassitari. Invece di trattare l'infezione batterica utilizzando antibiotici, AdriAquaNet produrrà e testerà vaccini autologhi spe-

cifici per prevenire i focolai della malattia. Per trattare l'infestazione da parassiti, le piretrine estratte da *Chrysanthemum cinerarifolium*, saranno proposte come nuova sostanza antiparassitaria economica, biocompatibile e prontamente disponibile. Probiotici di nuova formulazione ottenuti dal microbioma di spigola e orata dell'Adriatico, e prodotti naturali marini (MNP) isolati da invertebrati o microalghe, saranno proposti come soluzioni innovative con attività antimicrobica e proprietà immunostimolanti per la sostituzione di droghe sintetiche o additivi allo scopo di evitare antibiotici produttori di allergie nell'uomo, resistenze e inquinamento ambientale. Infatti, evitando il trattamento chimico, si potranno ottenere molti vantaggi per l'economia della piscicoltura, e in particolare verrà migliorata la qualità dell'ambiente, la sicurezza e la qualità del prodotto finale. Inoltre, saranno proposti nuovi indicatori di benessere operativo che potranno essere facilmente utilizzati dagli acquacoltori per valutare il benessere della spigola/orata.

Saranno valutate nuove soluzioni di packaging per aumentare la shelf-life del pesce fresco e dei prodotti ittici e di conseguenza la competitività delle Piccole e Medie Imprese.

Tutte le soluzioni innovative testate e implementate attraverso AdriaAquaNet si tradurranno in pesce fresco di buona qualità e di dimensioni di mercato; in particolare verranno presi in considerazione due delle più importanti specie ittiche allevate nel Mediterraneo, la spigola (branzino) europea (*Dicentrarchus labrax*) e l'orata (*Sparus aurata*). La loro qualità sarà analizzata e provata mediante la determinazione di specifici indici chimico-fisici e microbici e sulla base dei risultati delle analisi sarà identificata la loro qualità nutrizionale.

Inoltre, in base alla composizione chimica e al contenuto di particolari acidi grassi, verranno calcolati gli indici nutrizionali del consumo di orata e spigola dell'Adriatico.

Per soddisfare le richieste del mercato di prodotti ittici pronti e per arricchire l'offerta dei prodotti ittici preparati con branzino e orata, verranno sviluppati nuovi prodotti come hamburger di spigola e orata e filetti affumicati.

Per aumentare e ampliare il consumo di pesce e prodotti ittici di alta qualità prodotti in Croazia e in Italia sarà potenziato il marketing e la promozione di tutti questi aspetti salutistici tra la popolazione. In generale, c'è una domanda crescente di prodotti ittici a causa della loro alta qualità igienico-sanitaria e nutrizionale. Il pesce è un alimento di alta qualità che offre una fonte di macro e micronutrienti essenziali per il normale funzionamento del corpo umano. È anche una fonte di proteine digeribili, di aminoacidi essenziali e di acidi grassi omega 3. La consultazione di dati OMS e FAO (2011) sui benefici e sui rischi del consumo di pesce ha concluso che ci sono diverse e convincenti prove dei benefici per la salute derivanti dal suo consumo. Infatti questi porta a una riduzione del rischio di infarti e a un netto miglioramento dello sviluppo del sistema nervoso nei neonati e nei bambini. Esistono anche numerosi studi che dimostrano gli aspetti salutistici dei pesci dovuti ai PUFA omega-3 (acidi grassi polinsaturi a catena lunga) e altri

nutrienti come proteine, selenio, iodio, vitamina D, colina e taurina; nutrienti che a volte sono difficilmente disponibili da altre fonti.

È noto che la sicurezza rappresenta un criterio fondamentale e molto importante in quanto i pesci sono considerati prodotti altamente deperibili. Particolare attenzione dovrebbe essere dedicata alle procedure di manipolazione del pesce fresco dalla cattura al consumo. Gli allevamenti ittici sono ubicati nell'ambiente marino, quindi i pesci possono assorbire oltre a microrganismi e parassiti anche contaminanti tossici come metalli (mercurio, arsenico, cadmio, piombo), composti organici (PCB, diossine, insetticidi organoclorurati) a causa dell'inquinamento ambientale o persino antimicrobici usati per combattere le malattie durante l'allevamento.

Tuttavia, la sicurezza e la qualità sono molto facili da controllare nell'allevamento ittico. Tali controlli permettono di minimizzare i rischi pur mantenendo i loro benefici (Costa, 2007).

La sicurezza e la qualità del pesce possono essere misurati con metodi sensoriali, chimici, biochimici, fisico-chimici e microbiologici e questo manuale è concepito come linee guida per gli allevatori, l'HoReCa e il pubblico in generale e mostra chiaramente tutti i possibili rischi e benefici del pesce d'allevamento. Inoltre, è un documento molto utile che insegnerà ai consumatori come determinare le proprietà sensoriali del pesce e come capire quali parametri specifici ne possono determinare la qualità. Il consumatore avrà la possibilità di conoscere e applicare gli indici nutrizionali acquisibili con il consumo del pesce e il suo impatto benefico sulla salute umana.

Dopo questa parte introduttiva, il manuale è diviso in quattro parti principali:

I parte - "Sicurezza del pesce fresco" include informazioni sulla sicurezza microbiologica e chimico-fisica del pesce, fornendo ai lettori informazioni dettagliate sulla sicurezza microbiologica e sui possibili processi di deterioramento, sulle specie batteriche presenti durante questi processi, sul contesto legislativo per il controllo sugli argomenti scientifici per la sicurezza microbiologica della spigola e orata. Inoltre, viene offerta una chiara raccomandazione per la manipolazione del pesce durante la cattura, l'imballaggio, la vendita e l'acquisto sul mercato e prima e dopo la cottura al fine di evitare la contaminazione e il deterioramento. Nello stesso capitolo, la sicurezza del pesce include anche una descrizione dei possibili contaminanti chimici nel pesce fresco e nei loro prodotti e il loro impatto sulla salute umana;

II parte - "Caratteristiche sensoriali del pesce fresco" istruisce i lettori sui parametri di valutazione della qualità come colore, aroma e consistenza delle carni. Questi parametri rappresentano fattori importanti, che influenzano l'adeguatezza del pesce ai vari metodi di lavorazione e l'utilizzo culinario da parte dell'industria alimentare;

III parte - "Qualità nutrizionale del pesce fresco" informa sulla composizione chimica del pesce fresco e ci fornisce dati su componenti particolari come proteine, composizione di acidi grassi e le loro quote, nonché il contenuto di vitamine, macro e micronutrienti;

IV parte – comprende tutte le parti precedenti e offre argomenti scientifici sui benefici del pesce nella nutrizione umana.

Gli autori sperano che questo manuale permetta ai professionisti e al grande pubblico di ottenere informazioni utili sulla sicurezza e qualità della spigola e dell'orata dell'Adriatico e contribuisca alla sensibilizzazione dei benefici sul loro consumo. Indirettamente, avrà la missione di valorizzare il consumo della spigola e dell'orata.

Literatura:

Costa, L.G. (2007). Risks and benefits of fish consumption. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju*, 58; 367-374, DOI: 10.2478/v10004-007-0025-3

FAO (2018). The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

FAO/WHO (2011). Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation on the Risks and Benefits of Fish Consumption. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations; Geneva, World Health Organization, 50 pp.

UNESCO (2013). Mediterranean diet Cyprus, Croatia, Spain, Greece, Italy, Morocco and Portugal Inscribed in 2013 (8.COM) on the Representative List of the Intangible Cultural Heritage of Humanity. <https://ich.unesco.org/en/RL/mediterranean-diet-00884>

1.1. Proprietà di branzini (*Dicentrarchus labrax*) e di orate (*Sparus aurata*) europei

Giuseppe Comi,

Dipartimento di Scienze Agro-Alimentari, Ambientali e Animali, Università degli Studi di Udine



Gabbie di allevamento orate

I branzini (*Dicentrarchus labrax*) e le orate (*Sparus aurata*) europei sono pesci caratterizzati da uno scheletro osseo e appartenenti al superordine dei Teleostei. Entrambe le specie sono fornite dall'industria della pesca e dalla piscicoltura marina. In

Europa, la Direttiva 91/67 CE ne consente l'allevamento in mare aperto. I branzini e le orate sono tra i pesci più diffusi al mondo, vivono bene nelle acque marine costiere, con diversi regimi di temperatura purchè non inferiori ai 4 °C e con ampi range di salinità. Entrambe le specie si sono rivelate molto importanti dal punto di vista economico, dato il loro apprezzamento come alimento e predisposizione all'allevamento. Questi fattori hanno contribuito allo sviluppo dell'acquacoltura specifica per entrambe le specie, soprattutto nell'area mediterranea (Italia e Croazia). Dal primo impianto implementato in Giappone nel 1958, l'allevamento di entrambe le specie ha subito un grande sviluppo negli anni, tanto che la FAO ha riferito che dal 1986 al 2006 l'incremento di questa attività è stata del 10% annuo, ed è ancora un settore in forte crescita.

Il branzino appartiene alla famiglia delle Moronidae. E' caratterizzato da un corpo affusolato e leggermente compresso, ha una testa molto robusta e due pinne dorsali molto diverse. La bocca ha una fitta dentatura, che gli consente di catturare e mangiare anche prede più grandi. Il colore della livrea non è omogeneo: il ventre è completamente bianco e il resto del corpo è grigio argento, con una sfumatura più scura sul dorso. Una caratteristica peculiare di questo pesce sono i granelli marroni che ricoprono i lati; le pinne, invece, sono quasi incolori, anche se a volte possono avere qualche sfumatura di nero. Le misure del branzino variano a seconda degli esemplari: vanno da 45 cm ad oltre un metro di lunghezza. Anche il peso varia e in alcuni individui può anche superare i 15 kg.



Branzino europeo (*Dicentrarchus labrax*)

L'orata appartiene alla famiglia degli Sparidi, ed è caratterizzata da una testa molto convessa, con muso arrotondato e occhi piccoli. La mascella inferiore è leggermente più corta di quella superiore. La parte anteriore di ciascuna mascella presenta 4-6 grandi canini, seguiti da 3-5 serie di denti molariformi superiori e 3-4 inferiori. Il corpo è ovale e depresso. Il colore principale è l'argento, con una fascia di riflessi dorati al centro tra i due occhi. La pinna dorsale è grigio-bluastro, con una fascia longitudinale mediana più scura, è lunga e unica con 11 raggi spinosi e 12-13 raggi molli. Ha una pinna anale corta, una caudale, una pettorale e due minori sui lati. Mancano le squame sul muso, sul preorbitale e sull'interorbitale. La linea laterale comprende 75-85 squame. Il dorso è grigio bluastro e le pareti argentate presentano sottili linee grigie longitudinali. Una fascia nera e una dorata sono interposte tra gli occhi. La regione scapolare è nera,

questo colore continua sulla parte superiore dell'opercolo, il cui bordo è rossastro. La lunghezza massima dell'orata è di 70 cm, ma la più comune è compresa tra 20 e 50 cm; può raggiungere un peso di circa 10 kg.



Orata europea (*Sparus aurata*)

Entrambe le specie sono solitarie o formano piccole aggregazioni e sono sedentarie; principalmente carnivore, si nutrono di molluschi, crostacei e altri pesci.

2. SALUBRITÀ DEL PESCE FRESCO

2.1. Qualità microbiologica del pesce fresco

Giuseppe Comi,

Dipartimento di Scienze Agro-Alimentari, Ambientali e Animali, Università degli Studi di Udine



Pesca di branzini europei

2.1.1. Caratteristiche di prodotti ittici (*branzini e orate*) eviscerati allevati in Europa

Le carni dei branzini e delle orate sono altamente deteriorabili. La refrigerazione è il miglior mezzo di conservazione, anche se conferisce loro una durata limitata. Infatti a causa della composizione chimica, del basso contenuto del tessuto connettivo (< 2%),

della scarsa acidità dei tessuti (pH 6.5), della ricca presenza di azoto proteico e non proteico, entrambe le specie, se conservate a 4 °C o mantenute su ghiaccio in scaglie o in scatole di polistirolo con ghiaccio in scaglie, hanno una shelf-life massima di 8 giorni.

La freschezza dei prodotti ittici e dei branzini e delle orate è determinata da metodi ispettivi e visivi, proposti da numerosi Reg. CE (Reg. CEE 33/99 - Regolamento CEE n. 2406/96 del Consiglio del 26/11/96 – G.U. CEE n. L 334/1 del 23/12/96) come evidenziato dalla tabella 2.1.1. Si determina l'aspetto, la texture, l'odore e in base alle osservazioni effettuate, il prodotto o il lotto intero vengono inseriti in diverse categorie di freschezza.

Tabella 2.1.1. Test per la freschezza

Ispezione, test visivi e olfattivi			
Apparenza	Stato di	Odore	Categoria
Pelle	Carne	Branchie	Extra
Occhio	Colonna vertebrale	Pelle	A
Branchie	Peritoneo	Cavità addominale	B
Carne			Non accettabile
Colore della carne attorno alla colonna vertebrale			
Colore organi			

Il Reg. (CE) 853/2004 dispone che sia fatto un controllo visivo a un campione rappresentativo della partita di branzini e orate. Il Reg. (CE) n. 2074/2005 del 5 dicembre 2005 specifica gli obblighi degli operatori del settore alimentare riguardo ai parassiti, definisce i parassiti visibili e cosa si intende per controllo visivo. L'esame è visivo, senza l'ausilio di strumenti ottici e in condizioni di buona illuminazione per l'occhio umano, è talvolta eseguito anche mediante speratura, cioè l'osservazione in controluce dei filetti o dei pesci. Si esegue sul pesce eviscerato, sulla cavità addominale, sui fegati e le gonadi destinati al consumo umano o sui filetti, a seconda del tipo di lavorazione.

2.1.2. Alterazione di Orate e Branzini

Dopo la morte dell'animale, il deterioramento interviene rapidamente attraverso processi, che inizialmente sono di tipo chimico-biochimico poi batterico. Infatti gli enzimi tissutali degradano la carne e liberano cataboliti a basso peso molecolare. Il substrato dei batteri è costituito proprio da questi cataboliti o da molecole presenti naturalmente nelle carni quali urea, anserina, carnosina, aminoacidi liberi, inosina, ribosio, creatina e ossido di trimetilammina (TMAO, presente solo nei pesci di mare). I microrganismi autoctoni sono localizzati su tutta la superficie dell'animale e in particolare nell'intestino e sulle branchie. I microrganismi alloctoni derivano dall'ambiente

terrestre, da scarichi fognari industriali e urbani e dai fiumi. Contaminazioni di batteri esogeni derivano anche dall'uomo, quando il pescato è manipolato a bordo delle navi, quando è raccolto dalle vasche o dalle gabbie di allevamento, quando il prodotto ittico è allevato o durante la sua trasformazione. Infatti il livello di contaminazione è strettamente legato a diversi fattori quali: l'ambiente in cui vive l'animale, la stagione della pesca o di allevamento, la temperatura dell'acqua, il metodo di cattura e le manipolazioni che l'animale subisce a bordo delle navi, durante la sua lavorazione a terra, la sua conservazione e vendita.



Raccolta e stordimento (*premacellazione*) di branzini utilizzando un bagno di acqua con ghiaccio

In realtà le masse muscolari del pesce sono inizialmente sterili: vengono contaminate attraverso l'eviscerazione, la filettatura o la trasformazione da microrganismi presenti nell'intestino, sulle branchie e sulla cute. Gli stessi utensili impiegati durante la manipolazione e l'igiene ambientale rappresentano una fonte importante di

contaminazione. Questa è, comunque, variabile e si aggira attorno a valori compresi tra 10^3 e 10^5 UFC/cm² (cellule/cm²) sulla pelle e compresi tra 10^3 e 10^7 UFC/cm² sulle masse muscolari. Branzini e orate sono preferibilmente contaminati da batteri Gram negativi aerobi o aerobio-anaerobio facoltativi (*Pseudomonas*, *Moraxella/Acinetobacter*, *Shewanella* spp., *Proteus* spp., *Aeromonas* spp., *Flavobacterium/Cytophaga*, *Xanthomonas*, *Vibrio* marini, *Photobacterium*) e Gram positivi (*Bacillus*, *Corynebacterium*, *Micrococcus* e altri cocchi e lattobacilli) come riportato in tabella 2.1.2. I batteri Gram negativi rappresentano l'80% della popolazione microbica totale. In particolare, la popolazione microbica può cambiare a seconda della temperatura delle acque. A temperature inferiori ai 12 °C si osserva una netta differenza tra microrganismi della cute, prevalentemente Gram negativi, e quelli dell'intestino costituita da Gram positivi (coryneformi, *Clostridium*, *Bacillus*). In ogni caso si tratta di microrganismi psicrotrofi, non patogeni e rappresentano i tipici responsabili dello scadimento sensoriale di entrambe le specie ittiche. La popolazione microbica, acquisita dall'ambiente, è costituita prevalentemente da virus enterici (epatite A), lieviti, muffe e batteri patogeni quali *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Vibrio cholerae*, *V. fluvialis*, *V. paraecholerae*, *V. alginoliticus*, *V. vulnificus*, *Escherichia coli* enterotossigeni, ceppi enterotossici di *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* e *Clostridium botulinum*. Vi rientrano anche microrganismi alteranti quali *Pseudomonas* spp., Enterobatteriaceae (*E. coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Proteus mirabilis*, *Klebsiella* spp.). La loro concentrazione, strettamente dipendente dal grado di inquinamento dell'acqua, aumenta con la stagione primavera/estate, quando le coste si popolano di turisti e incrementano i reflui urbani rilasciati nel mare.

Tabella 2.1.2. Batteri alteranti

Microrganismi	Origine	Attività
<i>Pseudomonas</i>	E	S
<i>Shewanella</i>	E	S
<i>Moraxella/Acinetobacter</i>	E	S
<i>Photobacterium</i>	E	S
<i>Aeromonas</i>	E	S/P
<i>Vibrio</i>	E/U	S/P
<i>Salmonella</i>	U/A	S/P
<i>Listeria monocytogenes</i>	U/A	P
<i>Escherichia coli</i>	U/A	S/P
<i>Bacillus</i>	E	S
<i>Clostridium</i>	E	S/P
<i>Staphylococcus aureus</i>	U/A	P
<i>Virus enterici</i>	U	P

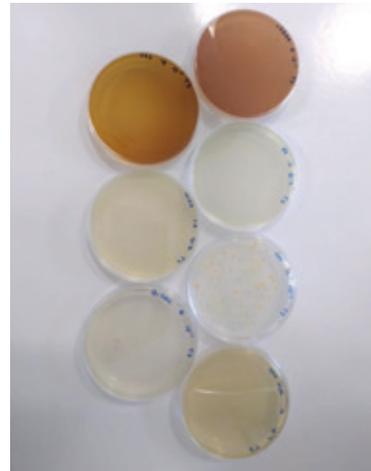
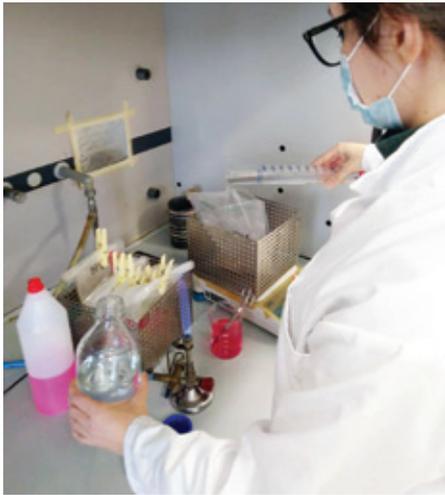
Legenda: Origine: U-Umano; A-Animale; E-Ambiente S-Alteranti; P-Patogeni

I patogeni possono derivare anche dalla contaminazione diretta dell'uomo, che manipola il pescato. Durante la conservazione in refrigerazione, *Pseudomonas*, *Shewanella* e *Photobacterium*, *Moraxellae/Acinetobacter* e *Flavobacterium*, possono raggiungere entro 10-12 giorni concentrazioni di 10^8 e 10^9 UFC/g, degradare gli aminoacidi solforati (cisteina, metionina) e produrre molecole tipiche del deterioramento quali il solfuro di idrogeno, il dimetil-solfuro e il metilmercaptano.



Cernita e confezionamento orata

In realtà il deterioramento dei prodotti ittici comprende due fasi. La prima è di tipo autolitico prodotta da enzimi endogeni, che predispongono il substrato per la moltiplicazione batterica. La seconda è tipicamente di origine batterica, e a causa dell'umidità delle carni e del pH elevato, avviene più rapidamente rispetto alle carni dei mammiferi. La glicolisi anaerobica, che inizia con la morte dell'animale, infatti, pur producendo acido lattico, non abbassa mai il pH al di sotto delle 5,8 unità. Dopo la glicolisi anaerobica si attivano gli enzimi endogeni e le proteasi intestinali, che producono rammollimento dei tessuti, e degradano le proteine, i composti azotati non proteici e gli acidi nucleici. La stessa ATP viene degradata ad acido urico (ATP (adenosintrifosfato) \Rightarrow ADP (adenosindifosfato) \Rightarrow AMP (Adenosinmonofosfato) \Rightarrow IMP (inosinmonofosfato) \Rightarrow Inosina \Rightarrow Ipoxantina \Rightarrow Xantina \Rightarrow acido urico). La velocità di degradazione dipende dal prodotto ittico considerato e mentre l'IMP conferisce l'odore del pesce fresco, l'ipoxantina l'odore del pesce stantio. Di conseguenza si formano peptidi a corta catena, aminoacidi ed altre molecole azotate non proteiche, che sono trasformate in composti solforati ed ammoniaci dall'attività batterica. Durante il deterioramento vengono degradati anche i fosfolipidi sia da lipasi endogene che lipasi batteriche e trasformati in acidi grassi liberi. Enzimi batterici ed endogeni intervengono anche nella degradazione del TMAO (ossido



Analisi microbiologiche

di trimetilamina), la tipica frazione azotata non proteica con funzione osmo-regolatrice, detossificante e ossido-riduttiva, presente nei muscoli dei pesci di mare. La sua origine è incerta, alcuni sostengono sia sintetizzata per via enzimatica, altri sostengono sia di origine alimentare (alghe).

Pseudomonas spp. e *Shewanella putrefaciens* partecipano alla scissione di TMAO e lo trasformano in TMA (Trimetilammina), in DMA (Dimetilammina) e FA (Formaldeide). Inoltre *Shewanella putrefaciens* e *Shewanella baltica* possono utilizzare il TMAO come accettore di elettroni in anaerobiosi (tabella 2.1.3.). Gli stessi batteri lattici e i micrococchi, che attaccano preferibilmente substrati glucidici, in carni di prodotti ittici producono oltre ad acido lattico, acetico ed etanolo anche acido solfidrico, tioli, mercaptani, dimetil-solfuri, indolo, scatolo e odori urinosi. L'odore di pesce avariato deriva anche dalla presenza di acido aminovalerico, aldeide aminovalerica e piperidina.

Tabella 2.1.3. Microrganismi alteranti, metaboliti precursori e finali

Microrganismi specifici dell'alterazione	Precursori	Prodotti finali
<i>Shewanella putrefaciens</i>	TMAO – Aminoacidi ATP-Proteine	TMA, H ₂ S, CH ₃ SH, (CH ₃) ₂ S, Ipoxantina
<i>Photobacterium phosphoreum</i>	TMAO- ATP	TMA, Ipoxantina
<i>Pseudomonas spp.</i>	Aminoacidi, Alcoli, Acidi organici, Lipidi	Chetoni, Aldeidi, Esteri, Composti solforati-H ₂ S
<i>Vibrionaceae</i>	TMAO – Aminoacidi	TMA, H ₂ S
<i>Hafnia/Proteus/Pseudomonas/Shewanella</i>	Aminoacidi	Amine biogene- Istamina

Legenda: TMAO (Ossido di trimetilamina); TMA (Trimetilamina); H₂S (Idrogeno solfuro); CH₃SH (metantiolo); (CH₃)₂S (dimetilsolfito); ATP (Adenosintrifosfato).

In realtà gli aminoacidi possono essere anche decarbossilati e trasformati in amine biogene da batteri quali *Hafnia alvei*, *Proteus spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Shewanella putrefaciens* e *Morganella morganii*. Le amine biogene, in particolare, possono essere ritrovate negli sgomberidi (tonni, sgombri, ecc.), perché nei loro muscoli scuri sono presenti alte concentrazioni di aminoacidi liberi. Questi vengono decarbossilati da microrganismi e trasformati in istamina, putrescina e cadaverina, che sono le principali amine biogene ritrovate in questi prodotti ittici e rappresentano un pericolo per il consumatore essendo tossiche a concentrazioni superiori alle 200-400 ppm. Le carni di branzini e orate contengono bassi livelli di aminoacidi liberi e conseguentemente la presenza di amine biogene derivanti dal deterioramento microbico è scarso.

In branzini e orate confezionate in atmosfera modificata (MAP) o sottovuoto e refrigerate accanto agli alteranti anaerobi facoltativi precedentemente descritti (*Shewanella spp.*) si sviluppano microrganismi microaerofili quali *Lactobacillus spp.*, *Pediococcus pentosaceus*, *Micrococcaceae* e *Brochothrix thermosphacta*. La loro attività è evidenziata dalla produzione di composti solforati e ammoniacali, da lievi acidificazioni e da patine biancastre.

Le analisi microbiologiche applicabili ai prodotti ittici freschi riguardano la ricerca di patogeni (*L. monocytogenes* e *Salmonella*) e indicatori fecali quali *E. coli*. In campo alimentare *Salmonella spp.* viene considerata il patogeno per eccellenza e pertanto deve essere assente in 25 g. Tra i metaboliti dovrebbe essere ricercata l'istamina, come riportato nel Reg. CE 2073/05, che propone il criterio di accettabilità per quanto riguarda la presenza di istamina nei pesci. L'analisi deve essere eseguita in 9 unità campionarie (U.C.) ed il pesce è accettato se in 7 U.C. il valore è inferiore a 100 ppm (mg/kg) e in 2 U.C. compreso tra 100 e 200 ppm.

Nonostante l'alto numero di germi patogeni e alteranti presenti nei prodotti ittici riteniamo che i reali pericoli per il consumatore siano rappresentati da molecole in-

tenzionalmente o accidentalmente aggiunte, dalle biotossine algali e dai parassiti, che ormai si sono globalizzati e possono essere trovati nei prodotti ittici, pescati od allevati in ogni latitudine. Mentre i parassiti (*Anisakis simplex*) rappresentano un pericolo per il consumo di pesci crudi o malcotti, le biotossine algali (PSP, ASP, DSP) e la contaminazione da metalli pesanti devono essere ritenuti pericoli emergenti. La loro presenza viene regolamentata dal Reg. CE 853/04 (Limiti biotossine) e dal Reg. CE 1881/06 (limiti di contaminazione dei metalli pesanti).



Bagno in acqua con ghiaccio per la macellazione

2.1.3. Considerazioni sulla salubrità di branzini e orate

I branzini e le orate allevate devono essere considerate salubri per le seguenti ragioni:

La qualità igienico sanitaria è controllata in ogni fase di produzione;

Il Sistema HACCP (Analisi dei rischi e controllo dei punti critici di produzione) è applicato in ogni fase di produzione: allevamento, raccolta, macellazione e spedizione.

L'HACCP comprende controlli regolari di vari parametri durante tutto il ciclo di produzione:

1. Controllo mangimi somministrati (presenza di microrganismi patogeni e molecole tossiche) e presenza di OGM (organismi geneticamente modificati);
2. Qualità igienico-sanitaria dell'ambiente di allevamento dove le gabbie sono posizionate. In particolare si fa molta attenzione a:
 - a) Controllo reflui urbani e industriali. Le aziende di allevamento sono situate in aree poco urbanizzate o in zone dove i reflui sono trattati prima di essere rilasciati nel mare;
 - b) Controllo dell'acqua di allevamento per la presenza di patogeni di origine umana e animale;
 - c) Controllo per la presenza di metalli pesanti, pesticidi e molecole tossiche per umani e animali;
 - d) Controllo della qualità dei mangimi e delle diete per evitare stress negli animali allevati ed eliminare eventuali patologie;
 - e) Controllo nell'uso di antibiotici e rispetto dei periodi di trattamento prima della macellazione;
 - f) Impiego di vaccini contro patogeni (ove esistano);
- 3) Impiego di buone norme di allevamento che includano la raccolta e la macellazione:
 - a) Uso di attrezzature pulite e disinfettate in ogni fase di produzione in allevamento;
 - b) Procedure di manipolazione durante la raccolta in maniera da evitare stress e diffusione nelle masse muscolari di parassiti o microrganismi provenienti dall'intestino;
 - c) Eviscerazione (se richiesta) per evitare che materiale fecale contamini le carcasse;
 - d) Lavaggio delle singole carcasse con acqua potabile o di mare decontaminata;
- 4) Controllo dei box di confezionamento o di Styrofoam boxes e recipienti di raccolta:
 - a) Uso di containers puliti e disinfettati;
 - b) Uso di ghiaccio in scaglie ottenuto con acqua potabile o acqua di mare decontaminata;
- 5) Controllo della spedizione:
 - a) Controllo delle temperature dei veicoli utilizzati per la spedizione;
 - b) Spedizione dei prodotti freschi subito dopo la raccolta e arrivo sul punto di vendita entro le 24 ore.

Il controllo delle sopracitate fasi permette di ottenere un prodotto salubre, come dimostrato dalle sperimentazioni di seguito riportate.

2.1.4. Esempio di risultati di analisi effettuate per confermare l'eccellente qualità igienica di branzini e orate di allevamento

I campioni analizzati comprendevano branzini e orate eviscerate. I branzini analizzati pesavano circa 474-578 g e le orate 404-440 g. I campioni di entrambe le specie erano confezionati in sottovuoto e conservati a 4 ± 2 °C per 12 giorni. Il sottovuoto era prodotto attraverso l'utilizzo di una confezionatrice industriale (Orved VM53 Vacuum Machine, Italia). Tre campioni di ogni specie ittica erano analizzati a giorni 0, 3, 6, 9 e 12, attraverso metodiche microbiche e fisico-chimiche (umidità, pH), azoto basico volatile totale (TVB-N), indice di malonaldeide (indice di tiobarbiturico, TBARS) un marker dell'ossidazione lipidica e indice di rancidità. I risultati sono riportati nelle tabelle di seguito riportate 2.1.4., 2.1.5., 2.1.6. e 2.1.7.

La tabella 2.1.4. riporta l'evoluzione della popolazione microbica in campioni di branzini confezionati in sottovuoto e conservati a 4 ± 2 °C. Tutti i microrganismi, eccetto *Pseudomonas* spp., crescevano durante la conservazione. Come ci si aspettava i microrganismi psicrotrofi crescevano meglio dei mesofili. La conta batterica aerobica totale incrementava fino a valori superiori a 8 log UFC/g, mentre le Enterobacteriaceae e i coliformi totali a circa 6 log UFC/g. *E. coli* sembrava crescere, ma essendo mesofilo, non si ritiene che si tratti di una crescita reale ma di una differenza di concentrazione legata al campione analizzato, che cambiava di volta in volta ad ogni tempo di analisi. Anche i batteri lattici e gli Enterococchi crescevano. Probabilmente, essendo microaerofili, il sottovuoto ne stimolava la crescita. Viceversa, *Pseudomonas* spp. non crescevano a causa del sottovuoto, essendo strettamente aerobie.

Tabella 2.1.4. Evoluzione di microrganismi in branzini confezionati in sottovuoto e conservati a 4 ± 2 °C

Microrganismi	Tempo (Giorni)				
	0.	3.	6.	9.	12.
Conta aerobica totale	3,7 ± 1,2 ^a	5,7 ± 0,4 ^b	6,0 ± 0,2 ^b	7,4 ± 0,1 ^c	8,0 ± 0,4 ^d
Enterobacteriaceae	1,4 ± 0,1 ^a	3,5 ± 0,3 ^b	3,8 ± 0,3 ^b	4,3 ± 0,6 ^b	5,8 ± 0,1 ^c
<i>Pseudomonas</i> spp.	2,4 ± 0,7 ^a	2,0 ± 0,2 ^a	2,0 ± 0,3 ^a	2,1 ± 0,1 ^a	2,2 ± 0,1 ^a
<i>E. coli</i>	< 10 ^a	2,7 ± 0,2 ^b	2,9 ± 0,1 ^b	< 10 ^a	3,6 ± 0,6 ^c
Coliformi totali	1,6 ± 0,1 ^a	3,5 ± 0,1 ^b	3,3 ± 0,2 ^b	3,5 ± 0,1 ^b	5,1 ± 0,2 ^c
* <i>Clostridium</i> H ₂ S+	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Batteri lattici	< 10 ^a	3,7 ± 0,4 ^b	4, 7 ± 0,2 ^c	6,0 ± 0,3 ^d	6,1 ± 0,7 ^d
Enterococchi	< 10 ^a	< 10 ^a	< 10 ^a	2,9 ± 0,3 ^b	3,4 ± 0,7 ^b

Legenda: I dati rappresentano le medie ± deviazioni standard del totale dei campioni; Le medie con le stesse lettere lungo le linee non sono significativamente differenti ($p < 0.05$). Le analisi sono state eseguite in triplice su tre differenti campioni per ogni punto di campionamento. Dati log UFC/g; < 10 UFC/g **Clostridium solfitoriduttore*.

La significatività della crescita è dimostrata dalle differenti lettere (a,b,c,d) presenti in tabella 2.1.4. I dati con lettere differenti sono significativamente diverse e dimostrano che l'incremento rappresenta una crescita reale ($p < 0.05$).

Tabella 2.1.5. Parametri fisico-chimici in branzini eviscerati confezionati in sottovuoto e conservati a 4 ± 2 °C

Parametri	Tempo (Giorni)				
	0.	3.	6.	9.	12.
Umidità	79,5 \pm 0,3 ^a	77,6 \pm 0,9 ^b	76,3 \pm 0,9 ^b	77,2 \pm 2,0 ^b	76,6 \pm 0,8 ^b
pH	6,16 \pm 0,03 ^a	6,03 \pm 0,09 ^a	6,06 \pm 0,07 ^a	5,91 \pm 0,01 ^a	6,03 \pm 0,04 ^a
TVB-N	12,9 \pm 0,3 ^a	11,0 \pm 3,5 ^a	21,0 \pm 0,9 ^b	31,5 \pm 1,3 ^c	39,0 \pm 1,2 ^d
TBARS	1,6 \pm 1,2 ^a	2,4 \pm 1,2 ^a	2,8 \pm 0,5 ^a	2,4 \pm 0,6 ^a	2,6 \pm 0,3 ^a

Legenda: Umidità %, TVB-N – Azoto basico volatile totale mg N/100g; TBARS: nmol malonaldeide/g. I dati rappresentano le medie \pm le deviazioni standard del totale dei campioni; Le medie con le stesse lettere seguendo le linee non sono significativamente differenti ($p < 0.05$). Le analisi erano ottenute in triplice su tre differenti campioni in ogni punto di campionamento.

La crescita reale era confermata dall'incremento del TVB-N (azoto basico volatile totale), che raggiunge valori di circa 39 mg N/100 g come mostrato in tabella 2.1.5. Questi valori indicano che l'alterazione era già iniziata al 6 giorno di conservazione. In ogni caso a 12 giorni i valori di TVB-N erano accettabili essendo solo leggermente superiori ai limiti proposti dai Regolamenti CE No. 853/2004 e No. 854/2004, che è di 35 mg N/100g.

L'indice di TBARS e i valori di pH variavano ma i dati non possono essere considerati un reale cambiamento (tabella 2.1.5), essendo la variazione nel tempo non significativa ($p > 0.05$). Probabilmente i cambiamenti dipendevano dai campioni, che erano sempre diversi in ogni tempo di analisi. La significatività dei dati è dimostrata dalle differenti lettere (a,b,c,d) presenti in tabella 2.1.5.



Branzini eviscerati confezionati in sottovuoto

I dati con lettere differenti sono significativamente diverse e dimostrano che l'incremento dei metaboliti di origine batterica (TVB-N) rappresenta un inizio dell'alterazione. *L. monocytogenes* e *Salmonella* spp. non sono mai stati isolati. Infine, nonostante l'incremento dei microrganismi e dei valori di TVB-N, i branzini devono essere accettati considerando che non era presente alcun odore percepibile e inaccettabile.

La tabella 2.1.6. riporta la crescita della popolazione microbica in campioni di orate conservate in sottovuoto a 4 ± 2 °C. Anche in questo caso, tutti i microorganismi, eccetto *Pseudomonas* spp., crescevano durante lo stoccaggio e come ci si aspettava, i microrganismi psicrotrofi crescevano meglio dei mesofili. La conta batterica aerobica totale incrementava oltre i 6 log UFC/g, mentre le Enterobacteriaceae e i Coliformi totali oltre i 5 log UFC/g. *E. coli* sembrava crescere, ma essendo un microorganismo mesofilo, non si tratta di una reale crescita, bensì di una variazione intrinseca legata al campione analizzato, che cambiava in ogni tempo di analisi.

Tabella 2.1.6. Evoluzione di microrganismi in orate confezionate in sottovuoto e conservate a 4 ± 2 °C

Microorganismi	Tempo (giorni)				
	0.	3.	6.	9.	12.
Conta batterica totale	2.3 ± 0.1 ^a	2.3 ± 0.2 ^a	4.5 ± 1.5 ^b	5.4 ± 1.2 ^b	5.5 ± 1.9 ^b
Enterobacteriaceae	2.1 ± 0.3 ^a	2.0 ± 0.1 ^a	2.6 ± 0.3 ^b	2.3 ± 0.1 ^b	4.9 ± 0.4 ^c
<i>Pseudomonas</i> spp.	2.2 ± 0.3 ^a	2.0 ± 0.4 ^a	2.0 ± 0.5 ^a	2.1 ± 0.2 ^a	2.5 ± 0.3 ^a
<i>E. coli</i>	< 10 ^a	< 10 ^a	2.1 ± 0.1 ^b	2.2 ± 0.3 ^b	2.1 ± 1.1 ^b
Coliformi totali	< 10 ^a	< 10 ^a	1.9 ± 0.8 ^b	2.0 ± 0.9 ^b	4.5 ± 0.8 ^c
*<i>Clostridium</i> H₂S+	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Batteri lattici	< 10 ^a	< 10 ^a	2.4 ± 0.7 ^b	2.0 ± 0.1 ^b	5.5 ± 0.4 ^c
Enterococchi	2.0 ± 0.1 ^a	2.0 ± 0.2 ^a	2.0 ± 0.2 ^a	2.1 ± 0.2 ^a	2.0 ± 0.1 ^a

Legenda: I dati rappresentano le medie ± deviazioni standard del totale dei campioni; Le medie con le stesse lettere lungo le linee non sono significativamente differenti ($p < 0.05$). Le analisi sono state eseguite in triplice su tre differenti campioni per ogni punto di campionamento. Dati log UFC/g; < 10 UFC/g **Clostridium* solfitoriduttore.

Anche i batteri lattici e gli Enterococchi sono cresciuti. Probabilmente il sottovuoto ne ha stimolato la crescita, essendo microaerofili. Viceversa, *Pseudomonas* spp. non è cresciuta a causa del sottovuoto, considerando che è un genere strettamente aerobico. La significatività è dimostrata dalle differenti lettere (a,b,c,d) presenti in tabella 2.1.6. I valori con lettere diverse sono significativamente diversi e dimostrano che la crescita è reale.

La crescita microbica è dimostrata dall'incremento del TVB-N, che raggiungeva valori di circa 35 mg N/100 g come è evidenziato in tabella 2.1.7. Questi valori indicano che l'alterazione è iniziata già al 6 giorno, ma secondo i REG. CE No 853/2004 e 854/2004, il prodotto può essere accettato, considerando che il limite di TVB-N di 35 mg N/100g viene solo leggermente superato.

Tabella 2.1.7. Parametri chimico-fisici in orate eviscerate, confezionate in sottovuoto e conservate a 4 ± 2 °C

Parametri	Tempo (Giorni)				
	0.	3.	6.	9.	12.
Umidità	75,3 ± 0,1 ^a	75,6 ± 0,3 ^a	76,1 ± 0,2 ^b	76,2 ± 0,3 ^b	76,0 ± 0,2 ^b
pH	6,1 ± 0,1 ^a	6,0 ± 0,1 ^a	6,1 ± 0,1 ^a	5,9 ± 0,0 ^a	6,0 ± 0,1 ^a
TVB-N	12,3 ± 0,2 ^a	11,3 ± 1,5 ^a	22,0 ± 0,3 ^b	33,2 ± 0,3 ^c	35,0 ± 1,1 ^d
TBARS	1,2 ± 0,8 ^a	2,2 ± 0,9 ^a	2,4 ± 0,3 ^a	2,6 ± 0,3 ^a	2,7 ± 0,2 ^a

Legenda: Umidità %, TVB-N – Azoto basico volatile totale mg N/100g; TBARS: nmol malonaldeide/g. I dati rappresentano le medie e le deviazioni standard del totale dei campioni; Le medie con le stesse lettere seguendo le linee non sono significativamente differenti ($p < 0.05$). Le analisi erano ottenute in triplice su tre differenti campioni in ogni punto di campionamento.

I valori di TBARS e di pH cambiavano ma non devono essere considerati dei reali cambiamenti. Probabilmente il cambiamento dipendeva dal campione, che era sempre differente al tempo di ogni analisi. *L. monocytogenes* e *Salmonella* spp. non erano mai identificate in tutti i campioni. Nonostante la crescita microbica e i valori di TVB-N finale, il prodotto deve essere accettato, considerando che non era percepito alcun odore inaccettabile.



Orate europee pronte per la vendita.

2.1.5. Salubrità

In base a quanto esposto si può concludere che i branzini e le orate allevate presentano una elevata qualità igienico-sanitaria, e conseguentemente sono salubri per il consumo umano.

Quando i consumatori comprano pesce fresco, inizialmente valutano le sue proprietà sensoriali attraverso l'osservazione dell'apparenza, dello stato della carne e dell'odore. Tuttavia, i produttori e la grossa distribuzione (GDO) controllano la qualità attraverso le analisi microbiologiche e chimico-fisiche, che certificano la salubrità e la qualità totale del pesce. I risultati delle analisi dovrebbero essere confrontati con i valori riportati in tabella 2.1.8. Pertanto la conta aerobica totale deve essere inferiore a 8 log UFC/g prodotto e i microrganismi in grado di produrre l'alterazione devono essere inferiori a 3-4 log UFC/g alla fine della shelf-life. Inoltre la freschezza del pesce deve essere identificata valutando la concentrazione delle molecole prodotte dai batteri o da enzimi tissutali durante lo stoccaggio attraverso la determinazione dell'azoto basico volatile totale (TVB-N) e dell'indice di rancidità (TBARS). Il TVB-N e il TBARS del pesce fresco non dovrebbero superare rispettivamente i 35 mg N/100 g prodotto e 5 nmol malonaldeide/g prodotto.

La salubrità dei prodotti ittici deve iniziare dalla produzione in allevamento e terminare sulla tavola del consumatore. I produttori, i venditori e i consumatori devono manipolare i pesci in maniera ottimale per limitare ogni rischio. Un'appropriata manipolazione e refrigerazione riduce il rischio di insorgenza di patologie in umani e mantiene elevata la qualità del prodotto.

Tabella 2.1.8. Parametri di qualità del pesce fresco

Parametri	Log UFC/g
Conta aerobica totale	< 8,0
Enterobacteriaceae	< 4,0
<i>Pseudomonas spp.</i>	< 2,0
<i>E. coli</i>	< 2,0
Coliformi totali	< 4,0
<i>Clostridium</i> H ₂ S+	< 10
Batteri lattici	< 4,0
TVB-N	< 35 mg N/100 g
TBARS	5 nmol malonaldeide/g

I microrganismi patogeni non sono visibili e pertanto il pesce deve essere manipolato con cautela, altrimenti microrganismi quali *Salmonella* e *E. coli*, possono contaminarlo e solo dopo la loro crescita possono causare tossinfezione in caso di consumo di pesce crudo. Una buona cottura elimina questo problema. La manipolazione è molto importante e le precauzioni riportate nei manuali HACCP dovrebbero essere applicati severamente per:

Prevenire la contaminazione. La raccolta e la manipolazione devono essere eseguite con attrezzature pulite e disinfettate. Le mani devono essere lavate prima e dopo la manipolazione dei pesci. Tutte le attrezzature e gli utensili dell'area di lavoro devono essere sanizzate con saponi e disinfettanti, per prevenire contaminazioni crociate.

Utensili sporchi non devono essere utilizzati. Anche durante il lavoro, le attrezzature devono essere frequentemente sanitizzate proprio per prevenire contaminazioni crociate.

Conservazione in refrigerazione. Dopo la macellazione, il pesce deve essere rapidamente eviscerato e lavato con acqua potabile. Un buon lavaggio può eliminare fino a 0.5 log microrganismi (UFC)/g. Il pesce deve, poi, essere rapidamente raffreddato a 4 °C; i prodotti freschi (eviscerati e non) sono posti in box contenenti ghiaccio in scaglie. In alternanza, i prodotti ittici sono confezionati in film di plastica ad uso alimentare in sottovuoto, in skim film, in aria o in atmosfera protettiva. Comunque devono essere mandati rapidamente al mercato e posti in vendita, rispettando sempre le temperature di conservazione (< 4 °C). In ogni caso la loro shelf-life non deve superare i 9-12 giorni.

Manipolazione del pesce al mercato. Al mercato i pesci venduti privi di confezione sono posti su tavoli ricoperti da uno spesso strato di ghiaccio in scaglie, che deve essere cambiato ogni giorno. Meglio ancora il pesce deve essere posto in pacchetti contenenti ghiaccio, per prevenire perdite nell'ambiente di essudati contaminati da microrganismi. I prodotti ittici devono essere tenuti a 4 °C per mantenere la qualità. Il pesce fresco, appena acquistato al mercato, deve essere mantenuto a temperature di refrigerazione.

Manipolazione a casa. Dopo l'acquisto i prodotti ittici devono essere portati a casa il più rapidamente possibile e tenuti in frigorifero. Tuttavia si suggerisce di mangiare il pesce fresco subito dopo l'acquisto o al massimo 2 giorni dopo. Durante la cottura e il consumo, il pesce deve essere manipolato correttamente per prevenire ricontaminazioni. Ogni utensile deve essere correttamente pulito e sanitizzato. La cottura deve permettere di raggiungere a cuore una temperatura di 75 °C per 5 min. In questo caso ogni microrganismo patogeno asporigeno viene ucciso e il prodotto cotto risulterà salubre. Dopo cottura, se non consumato subito, il pesce deve essere mantenuto a temperature superiori a 65 °C fino al momento del suo consumo. In alternativa, deve essere raffreddato a temperature inferiori a 4 °C e riscaldato (75 °C per 5 min a cuore) prima del suo consumo. In ogni caso, si consiglia di consumare i prodotti ittici subito dopo la loro cottura o entro 2 giorni dalla cottura/refrigerazione.

Literatura:

Arechavala-Lopez, P., Fernandez-Jover, D., Black, K.D., Ladoukakis, E., Bayle-Sempere, J. T., Sanchez-Jerez, P., Dempster, T. (2013). Differentiating the wild or farmed origin of Mediterranean fish: a review of tools for sea bream and sea bass. *Reviews in Aquaculture*, 4; 1-21.

Carrascosa, C., Millán, R., Saavedra, P., Jaber, J.R., Raposo, A., Pérez, E., Montenegro, T., Sanjuán, E. (2015). Microbiological evolution of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) in Canary Islands during ice storage. *Journal of Food Science and Technology*, 52; 1586–1593.

Comi, G., Iacumin, L. (2012). Alimenti di origine animale e prodotti ittici. In "Microbiologia degli Alimenti" (Gobetti, G., Vincenzini, M., Farris, G.A., Neviani, E. Eds.). Ambrosiana Editrice, Milano.

Council Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Official Journal of European Community*, L 364; 5-24

Council Regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs. *Official Journal of European Community*, L 38; 1-26

Council Regulation (EC) No 2074/2005 of 5 December 2005 laying down implementing measures for certain products under Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council and for the organisation of official controls under Regulation (EC) No 854/2004 of the European Parliament and of the Council and Regulation (EC) No 882/2004 of the European Parliament and of the Council, derogating from Regulation (EC) No 852/2004 of the European Parliament and of the Council and amending Regulations (EC) No 853/2004 and (EC) No 854/2004. *Official Journal of European Community*, L 338; 27-59

Council Regulation (EC) No 2406/1996 of 26 November 1996 laying down common marketing standards for certain fishery products. *Official Journal of European Community*, L 334; 1-15

Council Regulation (EC) No 853/2004 of 29 April 2004 laying down specific hygiene rules for on the hygiene of foodstuffs. *Official Journal of European Community*, L 139; 55

Council Regulation (EC) No 854/2004 of 29 April 2004 laying down specific rules for the organisation of official controls on products of animal origin intended for human consumption.

Council Regulations (EC) No 33/1999 of 8 January 1999 amending Regulation (EC) No 1485/98 of 10 July 1998 laying down the reduced agricultural components and additional duties applicable from 1 July to 31 December 1998 to the importation into the Community of goods covered by Council Regulation (EC) No 3448/93 under preferential agreements. *Official Journal of European Community*, L 5; 44-54

Erkan, N. (2007). Sensory, chemical, and microbiological attributes of sea bream (*Sparus Aurata*): effect of washing and ice storage. *International Journal of Food Properties*, 10; 421-434. <http://www.chioggiapesca.it/?pesci=branzino-spigola>

ISO 11290-1:1996 Adm.1:2004. Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the detection of *Listeria monocytogenes*.

ISO 6579-1: 2002 Cor.1:2004 Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the detection of *Salmonella* spp.

Ke, P.Y., Cervantes, E., and Robles-Martinez, C. (1984). Determination of thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) in fish tissue by an improved distillation spectrophotometer method. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 35; 1248–1254.

Pavlidis M. A., Mylonas C. C. (2011). Sparidae: biology and aquaculture of gilthead sea bream and other species. Wiley-Blackwell, U.K. pp. 416-420.

Pearson, D. (1973). Laboratory Techniques in Food Analysis. Butterworths & Co. Publishers Ltd., London, UK, pp. 169 and 201-202.

Pennisi, L., Olivieri, V., Vergara, A., Ianieri, A. (2009). Shelf life di *Sparus aurata* confezionata in atmosfera protettiva: correlazione tra parametri sensoriali e microbiologici. *Italian Journal of Food Safety*, 3; 19-22.

2.2. Contaminanti chimici dei prodotti ittici

Lucilla Iacumin,

Dipartimento di Scienze Agro-Alimentari, Ambientali e Animali, Università degli Studi di Udine



Alimentazione automatica della gabbia

2.2.1. Introduzione

I pesci possono essere contaminati da residui chimici derivanti dall'ambiente contaminato in cui vivono. Del resto in Europa, negli anni si è osservato un numero elevato di sequestri di prodotti ittici contaminati da metalli pesanti o da molecole organiche (farmaci veterinari, antibiotici, pesticidi) di origine ambientale e istamina di origine microbica. I pesci selvaggi, che vivono lungo le coste, sono maggiormente contaminati da questi inquinanti. I pesci allevati, invece, risultano meno contaminati a causa dell'applicazione delle Buone Pratiche di Acquacoltura (*Good Aquaculture Practices*) e di stretti controlli sull'impiego di farmaci permessi e/o proibiti (es. cloramfenicolo).

I prodotti ittici possono essere contaminati da numerosi composti chimici e molecole di origine naturale, derivanti dall'inquinamento urbano ed industriale, dalle pratiche di allevamento o prodotti dallo stesso animale. Tra i principali composti chimici, che rappresentano un pericolo per l'uomo, ricordiamo: i metalli pesanti, quali mercurio, piombo, cadmio; i composti organici organoclorurati e poli-bifenoli quali diossine e gli insetticidi; gli antibiotici, impiegati per l'allevamento e i metaboliti tossici specifici di alcuni pesci. La presenza di contaminanti derivanti dalle attività industriali nell'ambiente acquatico raggiunge livelli di pericolo, quando si ha un aumento statisticamente significativo dei livelli medi considerati normali negli animali acquatici ed il rischio per l'uomo sussiste, quando l'esposizione ai prodotti della pesca contenenti concentrazioni anche non elevate di composti tossici è a lungo termine. La pericolosità potenziale dei conta-

minanti, per l'uomo e per gli altri esseri viventi, risiede nella loro ubiquità, persistenza, tossicità e, per alcuni, nella loro lipofilia. La presenza di contaminanti in animali marini dipende dalla localizzazione geografica, dalla specie, dalla taglia, dal tipo di alimento e dalla solubilità e persistenza del composto nell'acqua. Una volta nell'ambiente i contaminanti tossici possono andare incontro a biomagnificazione, ovvero si concentrano nei livelli più alti della catena alimentare, e/o a bioaccumulo, cioè la concentrazione del composto aumenta per tutta la vita dell'individuo a livello di masse muscolari o di organi. Infatti gli animali vecchi risultano più contaminati rispetto ai giovani.

Comunque nell'uomo il rischio di patologia acuta è ridotto o molto basso. Solo un'esposizione continua e in quei paesi dove i prodotti ittici rappresentano la dieta principale, potrebbe portare a gravi patologie, quali danni neurologici, cancro e effetti teratogeni. Ulteriori rischi li troviamo in giovani o in bambini, la cui dieta è basata sul consumo di olio di pesce. Per evitare il consumo di pesci contenenti alti livelli di composti chimici ritenuti tossici, nonché un'adeguata e pronta informazione della popolazione sui rischi di contaminanti chimici negli alimenti, diversi comitati internazionali per la sicurezza dei prodotti della pesca hanno indicato interventi utili per la riduzione del danno e in particolare controlli sul grado di inquinamento delle acque e sul monitoraggio continuo dei prodotti ittici, proponendo anche limiti di accettabilità (tabella 2.2.1.).

Tabella 2.2.1. Limiti per alcuni contaminanti chimici in prodotti ittici
(EC, 2006; FDA, 1998; *Canadian Food Inspection Agency*, 2007)

Sostanza	EU (mg/kg)	USA (mg/kg)	Prodotti ittici	Canada (mg/kg)	Pesci
Arsenico (As)		76 – 86	C - MI	3,5	Proteine ittiche
Cadmio (Cd)	0,05 – 1	3 – 4	C - MI		Tutti i pesci
Piombo (Pb)	0,3 – 1,5	1,5 – 1,7	C - MI	0,5	Proteine ittiche
Metilmercurio	0,5 – 1,0	1,00	Tutti	0,5 – 1,0	Tutti (escluso pesce spada e squali)

Legenda: C: Crostacei; MI: Molluschi lamellibranchi

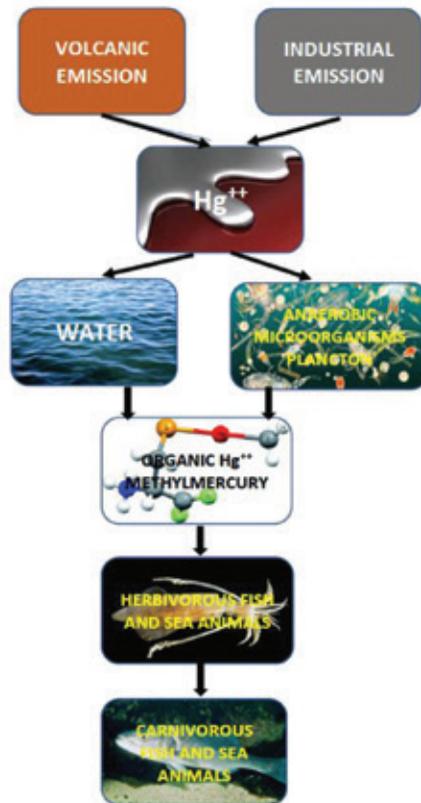
La Commissione della Comunità Europea, col Reg. (CE) 19 dicembre 2006, n. 1881/2006 ha definito i tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari, superando i criteri espressi nel regolamento precedente (Reg. CE 466/2001). In particolare, tale regolamento riporta i limiti per le diossine e i PCB diossina simili in specie ittiche della regione baltica e indica che i prodotti alimentari sono la principale fonte di assunzione di cadmio nell'uomo. Conseguentemente adegua i limiti per l'arsenico, il cadmio, il piombo ed il mercurio nel pesce rispetto a quanto fissato dal *Codex Alimentarius*, ribadisce la necessità di ridurre la presenza di piombo negli alimenti e conferma un PTWI (dose tollerata settimanalmente per peso corporeo) di 1,6 mg/kg di peso corporeo di mercurio e di metilmercurio negli alimenti, considerando che il metilmercurio, costituisce oltre il 90% del mercurio totale nei pesci e nei frutti di mare.

I residui chimici, che possono essere trasmessi all'uomo, tramite il consumo di prodotti ittici, comprendono i metalli pesanti, le molecole organiche (farmaci veterinari, antibiotici, pesticidi) di origine ambientale e l'istamina di origine microbica.

I metalli, che possono costituire un rischio per l'uomo tramite l'assunzione di prodotti della pesca, sono: mercurio, piombo e cadmio.

2.2.2. Mercurio

Il mercurio è un elemento presente nell'ambiente e derivante da attività umane e da fonti naturali (attività vulcanica). L'uomo, attraverso l'impiego del mercurio in processi produttivi, ne causa la sua emissione nell'atmosfera, nel suolo, nei sedimenti e nelle acque interne e marine.



Ciclo del mercurio

Le emissioni derivano da processi di combustione e da diverse produzioni industriali (produzione di cloro-alcali, batterie, strumenti di misura, catalizzatori) o attività minerarie. In particolare si stima che annualmente circa 40.000 o 50.000 tonnellate di mercurio vengano rilasciate nell'atmosfera e 4.000 t nel mare. A queste si aggiungono emissioni naturali derivanti da eruzioni vulcaniche e movimenti sismici e dalla movi-

mentazione di depositi storici di mercurio, sia di origine naturale che antropogenetica.

Il mercurio elementare è tossico per l'uomo sia per ingestione che per inalazione, ma il rischio reale è rappresentato dal metilmercurio, la sua forma organica, che rappresenta la principale forma di esposizione per l'uomo. Tale molecola, prodotta da microrganismi che sviluppano utilizzando il mercurio presente nel suolo o nei sedimenti, viene assunta da organismi acquatici e trasferita nella catena alimentare acquatica con bioaccumulo.

In realtà ogni forma di mercurio (ionico, metallico, organico) si bioaccumula, ma è la sua forma organica, che si accumula maggiormente perché viene rapidamente assorbita da parte dell'intestino dell'uomo e degli animali. Si stima che l'intestino degli animali assorba il mercurio principalmente nella sua forma metilata (95%) e solo il 2% del totale sotto forma di sali o ionica (Hg^{++}). Il mercurio, accumulandosi per tutta la vita del pesce, viene ritrovato prevalentemente in pesci predatori quali tonni, squali, pesci spada.

Il metilmercurio ha un'emivita di circa 60-120 giorni nell'uomo e 2 anni nei pesci. Tuttavia il suo bioaccumulo è continuo, e pertanto il decadimento non è osservabile, neppure in seguito allo stazionamento di prodotti ittici in acque prive di tale composto. La sua forma inorganica viene facilmente smaltita, tuttavia nel mare prevale la forma organica dall'attività dei batteri e del plankton. Tale forma è persistente. Il metilmercurio è una molecola molto reattiva e si lega ai gruppi SH (glutazione e proteine), inattiva enzimi, produce alterazioni a livello di mitosi, a livello cromosomico con danni cellulari e danni ai neuroni e produce demielinizzazione degli assoni con parestesia, incoordinazioni, tremori e attacchi epilettici. Infatti, il cervello è l'organo bersaglio. Ha anche un effetto teratogeno perché oltrepassando la barriera placentare, produce danni fetali e "ritardo mentale" nel neonato.

Considerata la sua tossicità la Food and Drug Administration (FDA) ed Environmental Protection Agency (EPA-USA) nel 2004 hanno proposto raccomandazioni facilmente applicabili e indirizzate alla fascia di popolazione maggiormente a rischio rispetto al metilmercurio, e in particolare hanno sottolineato che donne in età feconda, donne gravide ed in allattamento ed i bambini, non dovrebbero consumare pesci predatori (quali, pesce spada e grossi sgomberidi) che solitamente contengono alti livelli di mercurio. Tuttavia la tossicità del mercurio deriva dalla sua forma chimica presente, dalla dose, dalla durata dell'esposizione, dalla via di esposizione e dall'età e dalla salute della persona esposta.

In Europa i limiti legali di mercurio nei prodotti ittici variano da 1 ppm in un numero ristretto di specie ittiche e generi comprendenti i più grossi predatori a 0,5 ppm in altri prodotti della pesca. Tuttavia si è osservato che il contenuto in mercurio di diverse specie ittiche dell'Adriatico, è sempre risultato inferiore a 0,5 mg/kg. Conseguentemente branzini e orate pescate o allevate nel mediterraneo rispettano tali limiti. Pertanto una dieta basata sul consumo di tali pesci di allevamento permette di rispettare il livello di assunzione consigliato per il metilmercurio (PTWI 1,6 $\mu g/kg$ peso corporeo), stabilito da

JEFCA ((Joint FAO/WHO Expert Committee of Food Additives) nel 2006 e basato sullo sviluppo di neurotossicità nella specie più sensibile (specie umana).

2.2.3. Piombo

Il piombo è un metallo distribuito dall'uomo a livello mondiale attraverso l'industria metallurgica e la benzina delle auto. E' presente sia in forma inorganica che organica (tetraalchile di piombo) e la sua concentrazione nei fanghi marini e acque marine e nei pesci dipende dalla vicinanza di scarichi industriali ed urbani. In particolare la sua concentrazione è solitamente compresa tra i 5 e i 50 ng/L nell'acqua marina. Nei prodotti ittici prevale la forma organica, che deriva dalla contaminazione dell'acqua e si stima sia compresa tra 5 e 500 µg/kg. Pesci pescati in mari "aperti" contengono basse concentrazioni di piombo (2-10 µg/kg), mentre quelli pescati in mari "chiusi", come il mare del Nord o il Mar Baltico, possono contenerne fino a 50 µg/kg. Il piombo viene principalmente accumulato nelle ossa, e raramente nei tessuti molli, nel cuore, nelle gonadi e nel sistema gastrointestinale. In questi tessuti le concentrazioni sono molto basse. Pertanto poiché l'apparato scheletrico non viene consumato, il rischio per l'uomo è basso, al limite il pericolo è legato al consumo di pesci che vengono consumati interi, scheletro e visceri compresi. Tuttavia è stato osservato che il piombo può essere presente anche nelle masse muscolari di pesci, che vivono in zone altamente inquinate da reflui agricoli e industriali.

Il piombo ha un'emivita media di 30 anni nella corticale ossea e di sole 4-6 settimane nei tessuti molli e nel sangue. Una volta ingerito, nell'uomo si accumula a livello di scheletro (corticale), nel sistema nervoso centrale, renale e polmonare. Effetti cronici quali ipertensione e malattie croniche renali con aumento della escrezione urinaria di proteine a basso peso molecolare ed enzimi lisosomiali possono essere osservati anche a basse dosi e con esposizione continua. In particolare maggiori rischi sono riscontrati nei bambini perchè l'assorbimento gastrointestinale del metallo è superiore a quello dell'adulto. In questo caso si può osservare danni al sistema nervoso, deficit cognitivi rilevabili e anomalie nell'apparato urinario. Per questo motivo il CDC-USA (*Centers for Disease Control and Prevention*) indica per i bambini una piombemia limite di 10 µg piombo/100 mL. La misura dell'attività enzimatica dell'ALAD (acido aminolevulinico deidratasi) indica la piomboemia nel sangue, e nei bambini non dovrebbe superare i 2,5 µg/100 mL. Per quanto riguarda l'assunzione di Pb, JEFCA (1999) ha indicato un PTWI di 0,025 mg/kg peso corporeo. Considerata la sua bassa concentrazione negli alimenti, il piombo ha effetti trascurabili sullo sviluppo neurocomportamentale dei bambini. Tuttavia ha sottolineato il controllo della presenza di tale metallo nell'aria e nell'ambiente in cui l'uomo vive. I limiti legali per il piombo negli alimenti all'interno della CEE sono riportati nel Reg. CE 1881 del 19/12/06. I tenori massimi per i prodotti della pesca sono riportati nella Tabella 2.2.2

Tabella 2.2.2. Livelli massimi di piombo in prodotti ittici (Comi et Cattaneo, 2012, modificato)

Prodotti ittici	Livelli Massimi (mg/kg peso umido)
Carni	0,30
Crostacei, ad eccezione delle carni scure del granchio, della testa e del torace dell'aragosta e di grossi crostacei analoghi (<i>Nephropidae</i> e <i>Palinuridae</i>)	0,50
Molluschi bivalvi	1,5
Cefalopodi (senza visceri)	1,0

L'esposizione al piombo dei prodotti della pesca è molto basso. Dati della letteratura scientifica evidenziano livelli di piombo in prodotti ittici dell'Adriatico inferiore al limite di rilevazione (0,005 ppm) nella maggioranza dei campioni ed un massimo di 0.03 ppm. Solo in particolari casi sono stati osservati livelli superiori (0,045 ppm). Ciò conferma il suo basso rischio in prodotti della pesca sia pescati che allevati.

2.2.4. Cadmio

Il cadmio è uno dei metalli più pericolosi per la salute dell'uomo. E' presente a livello di crosta terrestre. L'uomo contamina l'ambiente attraverso le attività minerarie (estrazione di zinco e piombo) e industriali (elettrodeposizione galvanica, produzione di pigmenti, fabbricazione di accumulatori alcalini e batterie al nichel-cadmio, produzione di ceramiche, processi di incisione e stampa, industria delle materie plastiche, lavorazione dell'oro). Conseguentemente l'aria, il terreno, le acque in prossimità di zone industriali ed anche alcuni alimenti, sia di origine animale, sia di origine vegetale, e il tabacco contengono cadmio. Il cadmio contamina gli alimenti per deposizione secca o umida su raccolti posti vicini alla fonte di emissione; per scarichi nelle acque e successivo assorbimento da parte della fauna ittica; per utilizzo di fertilizzanti fosfatici con alte concentrazioni di cadmio; per utilizzo di fanghi derivanti dal trattamento di rifiuti; per utilizzo di contenitori di alimenti, come ceramiche smaltate. Ciononostante il livello di contaminazione degli alimenti è basso; solo i molluschi ed i crostacei possono presentarne elevate concentrazioni, anche se pescati in zone poco contaminate. Infatti, il cadmio, pur essendo un contaminante di recente acquisizione, è ampiamente distribuito in ambienti acquatici e si bioaccumula in tutti gli animali che vivono in questi ecosistemi. Nei molluschi cefalopodi e nei crostacei si accumula soprattutto a livello di epatopancreas e dei visceri, mentre i pesci a livello della muscolatura. Tuttavia nei prodotti ittici, i livelli di cadmio sono nettamente inferiori a quelli riscontrati in altri animali. La Direttiva 2005/87/CE, relativa alle sostanze indesiderabili nell'alimentazione degli animali ricorda che l'accumulo di cadmio nei tessuti animali dipende dalla sua concentrazione nella dieta e dalla durata dell'esposizione. L'uomo assorbe il cadmio per via gastroenterica con alimenti ed acqua e soprattutto per via inalatoria, che risulta massima nel caso di lavoratori di industrie a rischio, o di fumatori. Il tabacco rappresenta un'importante fonte di cadmio nei forti fumatori.

Tabella 2.2.3. Livelli massimi di cadmio in prodotti ittici (Comi et Cattaneo, 2012, modificato)

Prodotti ittici	Livelli Massimi (mg/kg peso umido)
Carni	0,050
Muscolo dei seguenti pesci: Acciuga (<i>Engraulis species</i>); Palamita (<i>Sarda sarda</i>); Sarago fasciato comune (<i>Diplodus vulgaris</i>); Anguilla (<i>Anguilla anguilla</i>); Cefalo (<i>Mugil labrosus labrosus</i>); Suro o sugarello (<i>Trachurus species</i>); Luvaro o pesce imperatore (<i>Luvarus imperialis</i>); Sardina (<i>Sardina pilchardus</i>); Sardine del genere Sardinops (<i>Sardinops species</i>); Tonno e tonnetto (<i>Thunnus species</i> , <i>Euthynnus species</i> , <i>Katsuwonus pelamis</i>); Sogliola cuneata (<i>Dicologlossa cuneata</i>)	0,10
Carni di pesce spada (<i>Xiphias gladius</i>)	0,30
Crostacei, ad eccezione delle carni scure del granchio, della testa e del torace dell'aragosta e di grossi crostacei analoghi (<i>Nephropidae e Palinuridae</i>)	0,50
Molluschi bivalvi	1,0
Cefalopodi (senza visceri)	1,0

L'esposizione cronica al cadmio, produce sull'uomo danni renali, che si manifestano dopo il superamento del limite di 200-240 µg/g nel tessuto corticale umido, anemia di leggera entità, ipertensione, disfunzionalità epatica e alterazioni al tessuto osseo.

La cancerogenicità del cadmio sembra derivi dall'inalazione attraverso il fumo del tabacco. In ogni caso rischi reali potrebbero essere osservati in popolazioni con alimentazione monotona, che vivono in zone inquinate, o alimentate con diete atipiche (frattaglie), o carenti (specialmente di zinco), o in individui in particolari stati parafisiologici. Il PTWI è pari a 0,007 mg/kg di peso corporeo (JECFA, 2005).

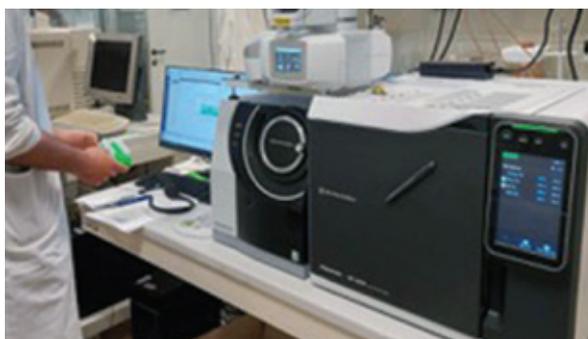
I livelli medi osservati nei pesci del Mediterraneo sono giudicati bassi, con le concentrazioni inferiori comprese tra 0,25 e a 20,2 ppb. I tenori massimi per i prodotti della pesca sono riportati nella tabella 2.2.3. (Reg. CE 19 dicembre 2006, n. 1881/2006).

2.2.5. Pesticidi (Fitofarmaci)

I fitofarmaci sono molecole utilizzate in agricoltura contro parassiti infestanti quali animali, vegetali o funghi. Vengono denominati pesticidi, e generano inquinamento ambientale. Peranto si distribuiscono anche negli ecosistemi di acqua dolce e marino, dove vengono assorbiti e accumulati a livello lipidico, muscolare e dei visceri di ogni individuo della catena alimentare. Le molecole utilizzate comprendono -BHC, -BHC (lindano), malathion, chlorpyrifos, isodrin, endosulfan, dieldrin, p,p'-DDT (1,1,1-tricloro-2,2-bis(p-cloro-fenil)etano), composti clordanici, aldrin, endrin, isodrin, heptachlor epoxide, t-DDE e t-DDD ((1,1-dicloro-2,2-bis(p-clorofenil)etilene) e DDD (1,1-dicloro-2,2-bis(p-cloro-fenil)etano) e a causa del loro impiego in natura sono spesso isolate

da alimenti e da prodotti ittici in particolare. Le concentrazioni riscontrate variano e sono comprese tra 0,1 ng/g e 18 ng/g. Tra i prodotti ittici si sono ritrovati spesso in molluschi, carpe, granchi e merluzzi. Tuttavia la presenza e la concentrazione dei pesticidi nei prodotti ittici è strettamente dipendente dalla zona di pesca e dalla stagione di cattura, dalla taglia, dal peso, dal contenuto di lipidi o dall'organo (ovaio) considerato. La stessa muscolatura può contenerne una bassa concentrazione. Comunque il bioaccumulo può essere continuo in seguito all'esposizione, si osserva una riduzione nel tempo solo quando il principio non cessa di essere usato, come si è osservato per DDT.

2.2.6. Diossine e PCBs



Controlli analitici per contaminanti chimici

Per diossine si intende un gruppo di 75 congeneri di policloro dibenzo diossine (PCDD) e 135 congeneri di policlorodibenzofurani (PCDF), 17 dei quali suscitano maggiormente preoccupazioni tossicologiche. I PCB (Policlorodifenile, diossina simili) rappresentano un gruppo di 209 congeneri diversi; tra questi 12 congeneri presentano effetti tossici analoghi a quelli delle diossine. I PCDD e PCDF derivano principalmente da processi di combustione, come l'incenerimento dei rifiuti e le operazioni di fusione e raffinazione dei metalli, mentre i PCB derivano da processi industriali (clorofenoli) ora obsoleti, da vecchi trasformatori e condensatori, che possono contenere sia PCB che PCDD/F. Le diossine producono numerosi effetti tossici e biochimici sugli animali da

esperimento. Considerato l'elevato numero di congeneri appartenenti alle due classi (diossine e PCB), è impossibile emanare disposizioni per ogni singola sostanza, per cui la tossicità viene espressa in "equivalenti di tossicità" (TEQ) come concentrazione della sostanza di riferimento in grado di generare i medesimi effetti tossici. Infatti è stato introdotto il concetto di "fattore di tossicità equivalente" (TEF, *toxic equivalency factor*) in modo da agevolare la valutazione del rischio ed il controllo normativo. I PCDD hanno mostrato sugli animali azione immunotossica, teratogena, cancerogena e sono inseriti nella Classe I (cancerogeni umani) da IARC, dal 1997. L'Unione Europea ha stabilito per PCDD/F una dose settimanale tollerabile (TWI del maggio 2001) di 14 pg TEQ/kg p.c./settimana (*Scientific Committee on Food*, 2001). L'azione tossica delle diossine, dei furani e dei PCB diossina-simili è simile e ciò ha indotto l'Unione Europea a fissare dei limiti massimi per la somma dei residui di questi gruppi di sostanze. La fonte principale di esposizione per l'uomo ai PCBs e alle diossine è costituita da alimenti ricchi in grassi e dal pesce.

Tabella 2.2.4. Limiti Diossine e Diossine PCBs espresso in TEQ (1) secondo il Reg. CE No 1881/2006 del 19 Dicembre 2006

Prodotti ittici	Limiti	
	Somma delle Diossine (OMS-PCDD/F-TEQ) ⁽¹⁾	Somma delle Diossine e PCB diossine (OMS-PCDD/F-PCBTEQ) ⁽¹⁾
Muscolo di pesce e prodotti della pesca e loro derivati, esclusa l'anguilla ⁽³⁾ Il tenore massimo si applica ai crostacei, escluse le carni scure del granchio e quelle della testa e del torace dell'aragosta e di grossi crostacei analoghi (<i>Nephropidae</i> e <i>Palinuridae</i>).	4,0 pg/g pesce fresco	8,0 pg/g pesce fresco

⁽¹⁾ Diossine [somma di policlorodibenzo-para-diossine (PCDD) e policlorodibenzofurani (PCDF), espressi in equivalenti di tossicità dell'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) utilizzando gli OMS-TEF (fattori di tossicità equivalente)], e somma di diossine e PCB diossina-simili [somma di PCDD, PCDF e policlorobifenili (PCB), espressi in equivalenti di tossicità dell'OMS, utilizzando gli OMSTEF]. OMS-TEF per la valutazione dei rischi per l'uomo in base alle conclusioni della riunione dell'OMS tenutasi a Stoccolma (Svezia) dal 15 al 18 giugno 1997 [Van den Berg et al., (1998), *Toxic Equivalency Factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for Humans and for Wildlife. Environmental Health Perspectives*, 106(12), 775].

⁽²⁾ Concentrazioni upper bound: le concentrazioni upper bound vengono calcolate ipotizzando che tutti i valori dei vari congeneri inferiori al limite di quantificazione siano pari al limite di quantificazione.

⁽³⁾ Qualora i pesci siano destinati ad essere consumati per intero, il tenore massimo si applica all'intero pesce.

Nel pesce i PCBs e le diossine derivano dall'ambiente contaminato e soprattutto dai mangimi utilizzati. Nel pesce si bioaccumulano in base alla specie, alla taglia e all'età e al livello di concentrazione e dall'area di pesca, indipendentemente dal contenuto

lipidico. Il mangime è la maggior fonte di contaminazione. Tuttavia parte delle diossine ingerite vengono eliminate con le urine e le feci e si stima una riduzione del 100% tra la quantità di pesticidi ingeriti e quella trovata negli animali. Infatti l'impiego di mangimi privi o con basso tenore di pesticidi ha permesso di ridurre ed eliminare la loro concentrazione nei pesci allevati. Un esempio di concentrazioni di diossine negli alimenti è riportato nella tabella 2.2.4. (Reg. 1881/2006/CE per diossine e PCB diossina simili). Per i fitosanitari organoclorurati (DDT, DDD-Diclorodifenildicloroetano, Clordano, Aldrin, Dieldrin, Lindano, Esaclorobenzene) i limiti sono compresi tra 0.001 e 0.1 ppm (DM 27 agosto 2004 per i fitosanitari).

2.2.7. Farmaci veterinari

Gli antibiotici trovano largo impiego in acquacoltura per combattere malattie batteriche. Conseguentemente è possibile trovare loro residui nelle masse muscolari e ciò può rappresentare un reale rischio per il consumatore. Lo sviluppo intensivo dell'acquacoltura, infatti, ha portato all'aumento di malattie causate da vari batteri patogeni, tra i quali ricordiamo *Aeromonas hydrophila*, *A. salmonicida*, *Edwardsella tarda*, *Pasteurella piscicida*, *Vibrio anguillarum*, *V. salmonicida*, *Yersinia ruckeri*. Tali malattie sono incrementate dal sovraffollamento degli animali nelle gabbie o nelle vasche di allevamento. L'uso degli antibiotici aggiunti direttamente nelle acque o nei mangimi, rappresenta il miglior metodo per combattere le malattie microbiche nei pesci allevati, considerando che attualmente il numero di vaccini efficaci è ridotto. Pertanto ai fini della profilassi, come promotori di crescita, per il trattamento di malattie e per evitare perdite economiche, si ricorre sempre più spesso all'uso degli antibiotici, che comunque non dovrebbero mai essere usati come facile alternativa a buone pratiche di acquacoltura. Tuttavia proprio per prevenire e controllare patologie microbiche in allevamento il commercio propone numerosi farmaci, dei quali sono indicate le dosi specifiche ed i periodi di sospensione, per evitare la presenza di residui. Nella tabella 2.2.5 sono riportati esempi di antibiotici usati in acquacoltura. Essendo i pesci animali poichilotermi, la degradazione dei principi attivi degli antibiotici è strettamente legata alla temperatura dell'acqua in cui vivono, e quindi il periodo di sospensione della somministrazione, misurato in gradi/giorni varia in relazione alla temperatura, e a secondo delle diverse specie ittiche allevate, avendo ogni specie metabolismi differenti alle diverse temperature. Tuttavia se non esistesse un tempo di sospensione definito, occorrerebbe applicare la sospensione standard di 500 giorni (Normativa Europea Dir. 2001/82/CE). Attualmente gli allevatori di zone temperate dell'Europa e del Nord America, tendono a ridurre l'impiego di antibiotici per la profilassi o per promuoverne la di crescita. Si preferisce usare i vaccini, ove esistano, perchè non lasciano residui nelle carni o resistenze come gli antibiotici. La resistenza microbica agli antibiotici rappresenta un grosso problema mondiale. Inoltre i residui possono essere nocivi sia per l'uomo che per il pesce. Infatti possono causare allergie, effetti tossici, variazioni della popolazione microbica intestinale ed acquisizione

di farmaco-resistenza in patogeni per l'uomo (OMS, Organizzazione Mondiale Sanità, 1999). Del resto è ampiamente dimostrato che tante specie microbiche patogene per i pesci abbiano acquisito la farmaco resistenza. Gli stessi farmaci dispersi nell'ambiente possono modificare profondamente la popolazione microbica di acque e sedimenti oltre a indurre resistenze nella stessa. Residui di antibiotici sono stati trovati anche in carni di pesci selvaggi che vivono nei pressi di gabbie di allevamento poste in mare aperto. Inoltre l'esiguo numero di antibiotici utilizzati in acquacoltura non permette la rotazione e ciò incrementa il rischio di resistenze. Conseguentemente si ritiene opportuno sviluppare programmi a livello internazionale per il controllo del loro impiego e dei loro residui.

Tabella 2.2.5. Antibiotici usati in acquacoltura (FAO Fisheries Technical Paper, 444)

Antimicrobici	Composizione
Sulfonamidi	Sulfamerazina; Sulfaimidina; Sulfadimetossina ⁽¹⁾
Sulfonamidi potenziati	Co-trimazina/Sulfatrim ^(1,2,3) (combinazione di trimetoprim e sulfadiazina)
Tetracicline	Clortetraciclina; Ossitetraciclina ^(1,2,3,4)
Penicillina (β-lattami)	Ampicillina ⁽⁴⁾ ; Amoxicillina ^(2,4) ; Benzil penicillina ⁽³⁾
Chinoloni	Ciprofloxacina; Enrofloxacina; Norfloxacina; Acido ossolinico ^(2,3,4) ; Perfloxacin Flumechina ^(3,4) ; Sarafloxacin ⁽²⁾
Nitrofurani	Furazolidone
Macrolidi	Eritromicina ⁽⁴⁾ ; Spiramicina
Aminoglicosidi	Gentamicina
Altri antibiotici	Cloramfenicolo; Florfenicol ^(1,3,4) ; Tiamefenicol ⁽⁴⁾ ; Tiamulina; acido Nalidixico; Milozacina

⁽¹⁾ Uso permesso in Canada (http://www.syndel.com/msds/canada_approved.htm); ⁽²⁾ Autorizzato in UK (Alderman et Hastings, 1998); ⁽³⁾ Uso permesso in Norvegia (Alderman et Hastings, 1998); ⁽⁴⁾ Uso permesso in Giappone (Okamoto, 1992); ⁽⁵⁾ Tan (1999).

Tabella 2.2.6. Lista degli antibiotici approvati per l'uso in acquacoltura in Italia (www.acquacoltura.org)

Antibiotici	Limiti	Pesci
Clortetraciclina; Ossitetraciclina	100 µg/kg (Muscolo e pelle)	Anguilla, ciprinidi
Amoxicillina triidrato	50 µg/kg (Muscolo e pelle)	Salmonidi- Pesci marini
Flumechina	600 µg/kg (Muscolo e pelle)	Salmonidi
Sulfadiazina + Trimetoprim	100 µg/kg (Muscolo e pelle)	Salmonidi

In ogni caso il Reg. CE 2377/90 prevede che in acquacoltura gli antibiotici possono essere usati solo per fini terapeutici. I farmaci registrati in Italia per l'impiego specifico in acquacoltura al momento risultano: 1) *clortetraciclina*; 2) *ossitetraciclina*; 3) *amoxicillina*; 4) *flumequina*; 5) *sulfadiazina + trimetoprim*; 6) *bronopol*. I primi cinque principi sono molecole inserite nell'All. I del Reg. CE 2377/90, quindi, con limiti massimo di residui definiti (tabella 2.2.6).

I prodotti dell'acquacultura del Mediterraneo sono comunque salubri per quanto riguarda i residui di antibiotici, in quanto il loro utilizzo è ridotto e vengono rispettati i tempi di sospensione sempre superiori al 500° giorno e soprattutto rispettati gli articoli del Decreto Legislativo 6 aprile 2006, n. 193, Attuazione della Direttiva 2004/28/Ce recante Codice Comunitario dei medicinali veterinari, che impone agli allevatori (proprietari o detentori) di registrare (art. 79): data, identificazione del medicinale veterinario, numero di lotto, quantità, nome e indirizzo del fornitore del medicinale, identificazione degli animali sottoposti a trattamento, data di inizio e di fine trattamento.

2.2.8. Istamina

Le ammine biogene sono molecole prodotte da diversi microrganismi (Enterobacteriaceae, quali *Morganella morganii*, *Klebsiella oxytoca* e *Hafnia alvei*) attraverso la decarbossilazione degli aminoacidi, presenti in forma libera negli alimenti. L'istamina deriva dalla decarbossilazione dell'istidina, un aminoacido particolarmente abbondante nella muscolatura di pesci a carni rosse. E' un'ammina biogena tossica, si forma nel pesce in seguito al suo deterioramento. Nell'uomo produce un'intossicazione nota come intossicazione da sgomberidi ("sindrome sgombroide" o *Histamine Fish Poisoning*-HFP), una sindrome acuta causata principalmente dal consumo di prodotti ittici, contenenti alti livelli di istamina e probabilmente altre ammine vasoattive e/o altri composti.

Il pesce contenente livelli di istamina inferiori a 5 mg/100 g è considerato sicuro, livelli di 5–20 mg/100 g è possibile causa d'intossicazione, livelli da 20 a 100 mg/100 g e probabilmente tossico e livelli superiori a 100 mg è sicuramente tossico. La tossina non è presente quando il pesce viene catturato, ma è prodotta da batteri d'origine enterica per decarbossilazione, durante la sua conservazione in abuso termico.

La sua presenza non viene eliminata dalla cottura e/o sterilizzazione o da altri trattamenti conservativi, essendo l'istamina termostabile, e giunge integra al consumatore. E' probabile che durante la conservazione impropria possano prodursi quantità importanti di istamina in prodotti della pesca in origine salubri, esposti alla popolazione microbica derivante in seguito all'apertura della confezione. Branzini e orate non contengono elevate quantità di istidina e altri aminoacidi liberi come gli sgomberidi. Conseguentemente non sono a rischio per la presenza di istamina ed altre ammine biogene. Del resto il Reg. CE 2073/05 impone la ricerca di istamina solo negli sgomberidi (famiglie *Scombridae*, *Clupeidae*, *Engraulidae*, *Coryphenidae*, *Scomberesocidae*, *Pomatomidae*), e i seguenti limiti: devono essere analizzate 9 Unità Campionarie (U.C.) - 7 U.C. devono avere un tenore inferiore a 100 ppm; 2 U.C. devono avere un tenore superiore a 100 ppm, ma inferiore a 200 ppm; nessun campione deve avere un tenore superiore a 200 ppm.

Literatura:

Alderman, D.J., Hastings, T.S. (1998). Antibiotic use in aquaculture. *International Journal of Food Science and Technology*, 33; 139-155.

Comi, G., Cattaneo, P. (2012) Composti tossici nei prodotti ittici. In “Melis Marinella” Additivi e tossici negli Alimenti, Libreriauniversitaria.it, Italia.

Commission Directive 2001/82/EC of 6 November 2001 on the Community code relating to veterinary medicinal products. *Official Journal of the European Community*, L 311; 1-66

Commission Directive 2004/28/EC of the European Parliament and of the Council of 31 March 2004 amending Directive 2001/82/EC on the Community code relating to veterinary medicinal products. *Official Journal of the European Community*, L 136; 58-84

Commission Directive 2005/87/EC of 5 December 2005 amending Annex I to Directive 2002/32/EC of the European Parliament and of the Council on undesirable substances in animal feed as regards lead, fluorine and cadmium. *Official Journal of the European Community*, L 318; 19-24

Council Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Official Journal of the European Community*, L 364; 5-24

Council Regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs

Council Regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria of foodstuffs. *Official Journal of the European Community*, L 338

Council Regulation (EC) No 466/2001 of 8 March 2001 setting maximum levels of certain contaminants of foodstuffs. *Official Journal of the European Community*, L77, 2001a; 1-14

Council Regulation (EEC) No 2377/90 of 26 June 1990 laying down Community procedure for the establishment of maximum residues limits of veterinary medicinal products in foodstuffs of animal products. *Official Journal of the European Community*, L 224; 1-8

EFSA (2004). Question N. EFSA-Q-2004-016. *The EFSA Journal*, 92; 1-5.

Food and Drug Administration (1995). Procedures for the safe and sanitary processing and importing of fish and fishery products. *Federal Register*, 60, 1995; 96—202.

Food and Drug Administration (1998). Fish and fisheries products hazards and controls guide. 2nd ed. Washington, DC, US Department of Health and Human Service.

Huss, H.H. Ababouch, L. Gram, L. (2003). Assessment and management of seafood safety and quality. *FAO Fishery Technical Paper*, 444. FAO, Rome, Italy.

MMWR (2000). CDC Scombroid fish poisoning – Pennsylvania, 1998. <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm4918a2.htm>

Okamoto, A. (1992). Restrictions on the use of drugs in aquaculture in Japan. In: Michel, C. and Alderman, D.J. (Eds) *Chemotherapy in Aquaculture. From Theory to Reality*. Office International de Epizooties, Paris, France, pp. 109-114.

World Health Organization (1992). “Evaluation of certain food additives and contaminants” Forty-first report on the joint FAO/WHO Expert Committee on food additives (JEFCA). *WHO Technical Report Series* 837. Geneva, Switzerland

World Health Organization (1999). Joint FAO/NACA/WHO “Study Group on food safety issues associated with products from aquaculture”. *WHO Technical Report Series* 883. Geneva, Switzerland.

Siti Internet

www.acquacoltura.org

<http://faolex.fao.org/docs/pdf/eur68134.pdf>

<http://www.fao.org/3/a-a0675e.pdf>

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32001L0082>

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32004L0028>

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:01990R2377-20060408&from=EN>

http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_normativa_1256_allegato.pdf

<https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono100F-27.pdf>

https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/sci-com_scf_out82_en.pdf

<http://www.cdc.gov/>

<http://www.cfsan.fda.gov/seafood1>

<http://www.chem.unep.ch/mercury/report/JEFCA-PTW1>

www.emea.europa.eu

<https://www.epa.gov/quality/national-recommended-water-quality-criteria-2004>

<http://www.fda.gov/>

www.inspection.gc.ca

<http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out90>

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/ALL/?uri=CELEX%3A32005R2073>

3. CARATTERISTICHE SENSORIALI DEL PESCE FRESCO

Nada Vahčić,

*Università di Zagabria, Facoltà di Tecnologie Alimentari e Biotecnologie,
Dipartimento di Controllo Qualità Alimentare*



Orate in gabbia

3.1. Introduzione

I parametri di qualità, che descrivono il pesce e gli altri prodotti ittici, riguardano gli aspetti relativi alle aspettative dei consumatori in termini di profilo sensoriale, di salute e sicurezza, di valore nutrizionale e di rispetto degli standard che stabiliscono la composizione nutrizionale, la presentazione, l'imballaggio, l'etichettatura e la durata della conservazione. Tutto ciò può essere quantificato e identificato come parametro di valutazione della qualità.

Colore, aroma e consistenza della carne del pesce rappresentano i fattori più importanti che influenzano l'adeguatezza del pesce per i vari metodi di preparazione in cucina e l'utilizzo da parte dell'industria alimentare. Tali fattori sono specifici della specie e hanno un impatto sostanziale sul valore di mercato dei prodotti ittici. La qualità e la concentrazione delle proteine, grassi, vitamine e minerali influisce non solo sul valore

nutrizionale di un dato prodotto ma anche sul suo profilo sensoriale. I vari composti azotati non proteici presenti nel pesce possono influenzare non solo la sicurezza alimentare e la sua idoneità per un ulteriore utilizzo, come già ben stabilito, ma anche le sue caratteristiche sensoriali. Lo stato biologico dei pesci influenza le loro proteine muscolari e indirettamente anche le caratteristiche sensoriali della loro carne.

3.2. Freschezza

La freschezza è il principale attributo utilizzato per la valutazione del valore di mercato di un certo numero di specie ittiche e contribuisce in larga misura alla loro



Campioni di branzino il primo giorno del test di freschezza



Campioni di branzino il quinto giorno del test di freschezza



Campioni di orata il primo giorno del test di freschezza



Campioni di orata il quinto giorno della prova di freschezza

qualità. Il pesce è un alimento facilmente deteriorabile, che può essere conservato solo per un breve periodo. Pesci e crostacei appena pescati hanno un colore vivido e intenso, argentato o comunque tipico della specie. Le loro branchie sono di colore rosso vivo, il loro corpo è sodo ed elastico, e emanano un'aroma tipico delle alghe marine. Subito dopo la cattura, iniziano i cambiamenti biochimici a carico delle molecole presenti quali zuccheri, composti azotati e grassi. In particolare l'ossidazione chimica dei grassi, le caratteristiche chimico-fisiche legate alla freschezza si deteriorano gradualmente e vengono sostituite da molecole indice di marciume. Nei pesci e nei vertebrati marini, la perdita della freschezza è inizialmente causata da reazioni cataboliche che si verificano a carico dei nucleotidi e degli zuccheri, e prosegue con

la degradazione dei composti azotati e l'idrolisi e la perossidazione dei grassi. In queste prime fasi, le reazioni in corso sono per lo più catalizzate da enzimi endogeni. Successivamente, il deterioramento è quasi esclusivamente da attribuire ad attività microbiche, che utilizzano i metaboliti liberati dagli enzimi endogeni. La velocità con cui il pesce perde la sua freschezza e si deteriora, è controllata da fattori esterni legati alla specie ittica, al grado di infestazione da parassiti, alla contaminazione batterica iniziale e alla manipolazione e lo stoccaggio del pesce sia a bordo della nave che a terra.

La freschezza del pesce può essere determinata tramite valutazione sensoriale, identificazione chimica dei prodotti di reazioni biochimiche o misurazione delle caratteristiche fisiche della sua carne.

3.3. Valutazione sensoriale dei pesci

La valutazione sensoriale può essere definita come una disciplina scientifica che evoca, misura, analizza e interpreta le risposte alle caratteristiche dei prodotti così come percepite dai sensi. Pertanto, la valutazione sensoriale può essere definita come l'uso di uno o di tutti i 5 sensi al fine di giudicare o dare il parere su alcuni aspetti di qualità. I cinque sensi sono vista, olfatto, gusto, tatto e udito. Gli aspetti relativi al pesce e ai prodotti ittici, che possono essere giudicati utilizzando questi sensi sono elencati nella Tabella 3.1.

Tabella 3.1. Alcuni aspetti della qualità del pesce e dei prodotti ittici e i sensi coinvolti nella loro valutazione

Sensi	Parametri osservati
Vista	Aspetto e condizioni generali, dimensioni, forma, macchie fisiche, colore, brillantezza, identità.
Odore	Freschezza, odori e sapori sgradevoli, macchie, untuosità, rancidità, affumicatura.
Gusto	Freschezza, sapori e odori sgradevoli, macchie, untuosità, rancidità, affumicatura, astringenza, i gusti primari di acidità, amarezza, sapidità, dolcezza.
Contatto (dita e bocca)	Consistenza generale, durezza, morbidezza, elasticità, fragilità, rugosità, levigatezza, granulosità, gommosità, fluidità, umidità, secchezza, croccantezza, presenza di ossa.
Consistenza	Fragilità, croccantezza

Va sottolineato, tuttavia, che la qualità del pesce va ben oltre la mera commestibilità. Quest'ultima rappresenta senza dubbio la componente di qualità più importante, ma è largamente influenzata dalle modalità di conservazione del pesce (conservazione in ghiaccio vs congelamento); nel giudicare la qualità del pesce, si dovrebbero tenere presenti anche altri aspetti qualitativi, ad esempio il valore di un dato pesce, la sua

adeguatezza alla lavorazione, la sua taglia e la presenza/assenza di danni e/o contaminazioni.

I cambiamenti sensoriali di aspetto, odore, consistenza e gusto possono essere percepiti dai sensi da parte dell'uomo. Quando si tratta della valutazione del pesce fresco, le tecniche sensoriali hanno enormi vantaggi grazie alla loro rapidità, affidabilità e non distruttività, per cui non è richiesta alcuna costosa attrezzatura analitica. Tutte queste tecniche richiedono una formazione continua dei membri del panel supervisionato dal panelist senior e l'utilizzo di campioni di pesce di nota freschezza. Se eseguite adeguatamente, le tecniche sensoriali forniscono informazioni rapide, accurate e uniche sul cibo in esame e sul pesce in particolare. Consentono la misurazione diretta delle caratteristiche percepite e quindi forniscono informazioni che contribuiscono a una migliore comprensione della risposta del consumatore.

La valutazione sensoriale del pesce intero crudo effettuata a terra e in occasione delle aste ittiche, nonché durante la conservazione in ghiaccio prima della lavorazione, comprende la valutazione dell'aspetto, della consistenza e dell'odore. Tramite la valutazione sensoriale è possibile delineare un tipico andamento del deterioramento del pesce tenuto in ghiaccio, suddividendolo in 4 fasi:

- fase 1, il pesce è fresco e ha un gusto delicato;
- fase 2, il suo odore e sapore tipici svaniscono gradualmente;
- fase 3, si iniziano a notare segni di deterioramento;
- fase 4, il pesce può essere descritto come avariato e marcio.

I cambiamenti di struttura sono evidenti quando inizia il *rigor mortis*. I muscoli diventano duri e rigidi; poi il *rigor* cessa di esistere e i muscoli si rilassano e diventano flaccidi, ma non elastici.

Le tecniche di valutazione della freschezza del pesce devono essere applicate lungo tutta la filiera della pesca "dall'amo alla cottura". L'analisi sensoriale avviene quindi in varie fasi della sua lavorazione. In generale, tale valutazione è affidata a valutatori/membri del panel addestrati a cui vengono fornite istruzioni chiare. Quando si tratta di reclutamento, la selezione e formazione dei membri del panel e le procedure sono stabilite da linee guida e norme internazionali.

Negli ultimi 50 anni sono stati sviluppati numerosi protocolli di valutazione del pesce crudo. La Torry Research Station ha sviluppato la prima tecnica moderna e dettagliata di valutazione sensoriale del pesce bianco. Le caratteristiche sensoriali incluse nel loro protocollo riguardano l'aspetto generale, l'odore e la consistenza della carne, compreso l'osservazione del peritoneo. La norma CE, che definisce la freschezza dei prodotti della pesca, mira a rendere il commercio più facile sia per i produttori che per i consumatori grazie al miglioramento della qualità del prodotto. In particolare sottolinea l'impiego di test organolettici per indicare la freschezza del pesce non trasformato e venduto fresco o refrigerato.

3.4. Schema UE - pesce crudo

Tabella 3.2.a. Protocollo EU applicabile al pesce bianco per determinarne la freschezza

	Criteri			
	Categorie di fresche			Non ammesso ⁽¹⁾
	Extra	A	B	
Pelle	Pigmento luminoso, iridescente (ad eccezione dello scorfano) o opalescente; nessuno scolorimento	Pigmentazione brillante	Pigmentazione in procinto di diventare scolorita e opaca	Pigmentazione opaca ⁽²⁾
Muco della pelle	Acquoso, trasparente	Leggermente opaco	Lattiginoso	Grigio-giallo, muco opaco
Occhi	Convesso (rigonfiamento); pupille nere e brillanti; cornea trasparente	Convesso e leggermente infossato; pupilla nera opaca; cornea leggermente opalescente	Piatti; cornea opalescente; pupilla opaca	Concavo al centro; pupilla grigia; cornea lattiginosa ⁽²⁾
Branchie	Colore brillante; no muco	Meno colorato; muco trasparente	Brune/grigie; diventanti discolorate; con muco opaco	Giallastro; muco lattiginoso ⁽²⁾
Peritoneo (in pesci eviscerati)	Liscio; brillante; difficoltà di staccarlo dalla carne	Leggermente opaco; può essere staccato dalla carne	Macchiato; si stacca facilmente dalla carne	Si stacca ⁽²⁾
Odore di branchie e cavità addominale pesce bianco oltre a passera di mare, passera di mare	Alghe	Nessun odore di alghe; odore neutro	Fermentato; leggermente acido	⁽²⁾ Aspra
	Oleoso fresco; pepato; odore di terra	Oleoso; alghe o leggermente dolciastro	Oleoso; fermentato; stantio, leggermente rancido	Aspra
Carne	Sodo ed elastico; superficie liscia ⁽³⁾	Poco elastica	Superficie leggermente morbida (flaccida), meno elastica, cerosa (vellutata) e opaca	Molle (flaccido) ⁽²⁾ ; squame facilmente staccabili dalla pelle, superficie piuttosto rugosa

Nell'UE, la tecnica, più comunemente utilizzata e più raccomandata sia in ambienti industriali che durante le ispezioni, e che valuta la qualità del pesce crudo, è il protocollo definito dal regolamento (CE) n. 2406/96 del Consiglio, entrato in vigore il 29 novembre 1996. Ai sensi del regolamento di riferimento, lo standard di mercato comune è definito da due categorie, cioè freschezza e dimensione del pesce.

La freschezza è definita sulla base di una valutazione speciale di 5 gruppi di prodotti (pesce bianco, pesce azzurro, squali, cefalopodi e crostacei) e suddivisa in 3 categorie (extra, A e B). Inoltre, se il pesce è inadeguato al consumo umano, viene classificato come "inaccettabile". In poche parole, i siti anatomici che dovrebbero essere ispezionati organoletticamente durante la valutazione della freschezza del prodotto variano a seconda del gruppo di prodotti ma abbracciano la pelle, la mucosità della pelle, l'occhio, le branchie, gli opercoli (le coperture branchiali) e il peritoneo (nei pesci privi di visceri). Si valuta l'aspetto generale e l'odore del pesce *in toto*, l'odore delle branchie e della cavità addominale, così come la carne e la sua compattezza. Ciascuna categoria descrittiva della freschezza del pesce, determinata in un dato sito anatomico oggetto di valutazione organolettica, è descritta verbalmente in termini di colore, aspetto, struttura della carne o odore. Gli indici di freschezza per pesce bianco (Eglefini, Merluzzi bianchi, Merluzzi carbonari, Merluzzi gialli, Scorfani del Nord o Sebastì, Merlani, Molve, Naselli, Pesci castagna, Rane pescatrici, Merluzzi francesi e Merluzzi capellani, Boghe, Menole, Gronghi, Caponi, Cefali, Passere di mare, Rombi gialli, Sogliole, Limande, Sogliole limande, Passere pianuzze, Pesci sciabola) relativi ai criteri di valutazione specifici sono riportati nelle tabelle 3.2a,b.

In sintesi, la valutazione sensoriale della freschezza dei prodotti ittici di mare comprende la valutazione dell'aspetto esteriore, dell'odore e della consistenza delle carni. La tecnica discussa sopra fornisce informazioni abbastanza limitate sullo stato dei pesci, non è specifica per specie e non riesce a riconoscere le differenze tra le specie di pesci. Per le ragioni sopra esposte, la tecnica è più comunemente esercitata durante le aste. Inoltre, questa tecnica non fornisce alcun risultato in base al quale è possibile prevedere l'età del pesce o la sua shelf-life. Il decadimento è descritto in passaggi privi di continuità. Il sistema presenta alcuni gravi difetti, soprattutto quando tutte le caratteristiche sensoriali non vengono valutate utilizzando la stessa categoria.

3.2.b. Criteri per rana pescatrice intera (con testa)

Vasi sanguigni (muscoli ventrali)	Contorni netti e rosso brillante	Contorno nitido; sangue scuro	Bruno diffuso	Totalmente diffuso ⁽²⁾ carne gialla o bruna
--	----------------------------------	-------------------------------	---------------	--

⁽¹⁾ Questa colonna si applica solo fino a quando non sarà adottata una decisione della Commissione che stabilisca criteri per i pesci non idonei al consumo umano, ai sensi del DC 91/493/EEC

⁽²⁾ o in avanzato stato di decadimento

⁽³⁾ Il pesce fresco prima dell'inizio del rigor mortis non sarà sodo ed elastico ma sarà comunque classificato nella categoria Extra

3.5. Il metodo QIM (Indice di qualità totale)

Alla luce di quanto detto precedentemente, è stato progettato e migliorato un nuovo sistema di valutazione della qualità e della freschezza dei prodotti ittici, meglio descritto come rapido, imparziale e applicabile a varie specie ittiche. Il metodo dell'indice di qualità (QIM) è sostenuto dal protocollo originariamente sviluppato dalla Tasmanian Food Research Unit (TFRU) che opera sotto l'egida della Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), che è adattabile a qualsiasi specie di pesce. Tuttavia, il maggior numero di protocolli QIM è stato sviluppato in Europa. Fino ad oggi, ovvero entro il periodo 2000-2020, sono stati costruiti i protocolli disponibili nella letteratura scientifica per 49 specie ittiche diverse, unitamente alle rispettive condizioni di conservazione, di intervallo di QIM e shelf life stimata.

Il QIM presenta diversi vantaggi, inclusa la stima del tempo di conservazione sul ghiaccio in tempo reale e rimanente. La tecnica si basa sui cambiamenti caratteristici che avvengono nel pesce crudo, cioè su cambiamenti specifici e ben definiti nelle caratteristiche descrittive dell'aspetto esterno del pesce crudo (occhi, pelle, branchie,

Tabella 3.3. Metodo Indice di Qualità (QIM) per orate fresche

	Attributi	Descrizione	Punteggio
Pelle	Apparenza	Molto brillante	0
		Brillante	1
		Opaca	2
	Patina/muco	Trasparente-Chiaro	0
		Leggermente opaco/opaco	1
Carne	Elasticità	Elastico	0
Marcato dalla pressione		1	
Odore	Odore	Fresco	0
		Neutro	1
		Pesce	2
		Odore anomalo	3
Occhi	Chiarezza	Chiari e traslucidi	0
		Leggermente opachi	1
		Opachi, sanguigni	2
	Forma	Convessi	0
		Piatti	1
		Concavi	2
Branchie	Colore	Lucenti, rosse scure	0
		Rosso bruno/scolorate	1
	Odore	Fresco/alga marina	0
		Neutro	1
		Pesce	2
		Odori anomali	3
		Punteggio QIM	0-15

Tabella 3.4. Metodo Indice di Qualità (QIM) per branzini freschi

	Attributo	Descrizione	Punteggio
Pelle	Colore/ Apparenza	Lucentezza/pigmentazione iridescente	0
		Piuttosto opaca, inizio scolorimento (dalla testa)	1
		Verde, Giallo, principalmente vicino all'addome	2
	Odore	Fresco, alga, neutro	0
		Cetriolo, metallo, fieno	1
		Acido, Marcio	2 3
Texture	In rigor	0	
	Il segno delle dita scompare rapidamente	1	
	Il dito lascia il segno per 3 secondi	2	
Occhi	Pupille	Trasparenti e nere, metallo lucido	0
		Grigie	1
		Opache, grigie	2
	Forma	Convesse	0
Piatti		1	
Cavi		2	
Branchie	Colore	Rosso sangue / arancio	0
		Rosso pallido, rosa / marrone chiaro	1
		Grigio-marrone, marrone, grigio	2
	Odore	Fresco, alghe, neutro	0
		Metallo, erba	1
		Acido, ammuffito Marcio	2 3
Muco	Trasparente	0	
	Latteo, coagulato	1	
	Marrone, coagulato	2	
Carni, filetti	Colore	Traslucido, bluastro	0
		Ceroso, lattiginoso	1
		Macchie opache, gialle, marroni	2
Visceri	Consistenza	Totale	0
		Cominciando a dissolversi	1
		Visceri sciolti	2
		Punteggio QIM	0-22

odore) e utilizza il sistema di punteggio che va da “0” a “3” punti di demerito (indice). I punti assegnati a ciascuna caratteristica vengono sommati e danno un punteggio sensoriale complessivo, noto anche come “indice di qualità”. Quest’ultimo aumenta con la durata della conservazione su ghiaccio in modo lineare e identifica l’evoluzione dell’alterazione. La descrizione di ogni punto assegnato a ciascun parametro è fornita nel protocollo QIM. Il panelist è obbligato a valutare tutti i parametri abbracciati dal protocollo. Nell’ambito del protocollo QIM, vengono valutati l’aspetto esterno del pesce, i suoi occhi, le branchie e la consistenza. Inoltre, si valuta l’odore delle branchie e in alcune specie anche l’odore della pelle e la mucosità della pelle. Una volta eviscerato

il pesce, si valuta il colore del sangue e dei filetti. Per evitare differenze biologiche nel tasso di deterioramento del pesce, è necessario valutare almeno 3 e non più di 10 pesci di ciascun lotto.

Le tabelle 3.3. e 3.4. mostrano lo schema QIM rispettivamente per l'orata e la spigola fresca. Huidobro et al., (2000) sono stati i primi a proporre il protocollo QIM applicabile all'orata fresca e intera o eviscerata e decapitata, mentre Campus et al., (2011) hanno sviluppato il protocollo QIM applicabile all'orata decapitata confezionata in atmosfera modificata. Sebbene i protocolli QIM siano stati introdotti per servire scopi industriali, sono stati effettuati anche studi volti a sviluppare protocolli QIM per il consumatore (Consumer - Quality Index Method; C-QIM). I C-QIM rappresentano uno strumento orientato al consumatore che mira ad aiutare a decidere l'acquisto di pesce in un negozio o in una pescheria. L'utilizzo di questo strumento può aiutare un consumatore ad acquistare un prodotto di elevata qualità sensoriale e ad approfondire la conoscenza della qualità del cibo e delle sue variazioni.

3.6. Schema Torry

In occasione della valutazione sensoriale dei filetti di pesce, è consuetudine cuocere i filetti e successivamente valutarne l'odore e l'aroma. La tecnica più spesso utilizzata per la valutazione della freschezza del pesce cotto è la scala Torry; scala impiegata in alcuni paesi dall'industria ittica e dai consumatori di prodotti ittici. Rappresenta una scala descrittiva di 10 punti sviluppata dalla Torry Research Station per essere utilizzata per valutare pesce magro, medio grasso e grasso. Nella determinazione del gusto e dell'odore del pesce fresco possono essere assegnati fino a 10 punti, mentre per il pesce avariato fino a 3 punti. La descrizione sotto i 3 punti è resa obbligatoria dal fatto che un punteggio di pesce così basso non è adatto al consumo umano. La valutazione sensoriale dei campioni cotti consente anche la valutazione del tempo massimo di conservazione. Il punteggio medio di 5,5 è visto come limite dell'accettabilità al consumo. La ricerca ha dimostrato una correlazione lineare tra il QIM del pesce crudo e la valutazione dei filetti cotti utilizzando la scala Torry, il che significa che è possibile eseguire il QIM del pesce intero crudo invece della valutazione sensoriale dei campioni cotti. Inoltre, il QIM è più rapido e utilizzato nelle prime fasi della catena di produzione. La tabella 3.5 mostra lo schema Torry per il pesce bianco e il merluzzo fresco come tipico rappresentante del pesce bianco.

3.7. Metodo QDA

La scala Torry fornisce solo informazioni limitate sui cambiamenti di alcune caratteristiche del pesce cotto durante la conservazione; tuttavia, l'uso dell'analisi descrittiva quantitativa (QDA) può fornire informazioni molto più dettagliate. Il QDA è una tecnica di analisi sensoriale utilizzata per ottenere una descrizione dettagliata del profilo sensoriale di un determinato prodotto, ma anche per determinarne la durata massima di

Tabella 3.5. Scheda di punteggio freschezza Torry applicabile al pesce bianco refrigerato (merluzzo crudo)

Punteggio	Occhi	Pelle	Texture e effetto del (Rigor Mortis)	Carne e Ventre	Rene e sangue	Branchie		Punteggio
						Apparenza	Odore	
10	Lente bombata e convessa, pupilla nera, cornea cristallina	Colori brillanti e ben differenziati, patina lucida e trasparente	Polpa soda ed elastica. Pre-rigor del corpo o nel rigor	Taglia la superficie macchiata di sangue. Traslucenza bluastra intorno alla spina dorsale. Il filetto può avere un aspetto ruvido a causa della contrazione del rigor mortis	Sangue fluente e rosso lucido	Muco lucido, rosso vivo o rosa	Inizialmente un odore molto scarso che aumenta in odori acuti, iodati e amidacei metallici che si trasformano in odori di alghe e crostacei meno acuti	10
	Lente convessa, pupilla nera con perdita di chiarezza iniziale							
8	Leggermente piano o perdita di brillantezza	Perdita di brillantezza del colore	Dura e elastica al tocco	Polpa bianca con una certa perdita di traslucenza bluastra. Lieve ingiallimento delle superfici tagliate dei lembi del ventre	Sangue poco brillante	Perdita di brillantezza e brillantezza, leggera perdita di colore	Freshly cut grass. Seaweed and shellfish odours just detectable. Erba appena tagliata. Odori di alghe e crostacei appena rilevabili	8
6	Pupilla leggermente infossata, leggermente grigia, lieve opalescenza della cornea	Perdita di differenziazione e sbiadimento generale dei colori; grigiore generale. Melma opaca e leggermente lattiginosa	Rammollimento della carne, rientranze delle dita mantenute, un po' di granulosità vicino alla coda	Aspetto ceroso della carne, arrossamento intorno alla regione dei reni. Le superfici tagliate dei lembi del ventre sono marroni e scolorite	Perdita di brillantezza e tendente al bruno	Qualche scolorimento delle branchie e opacità del muco	Malto, lievito di birra	6
4	Pupilla infossata, bianco latte, cornea opaca	Ulteriore perdita di colore della pelle. Melma gialla spessa annodata con decolorazione batterica. Rughe della pelle sul naso	Polpa più morbida, granulosità definita	Un po' di opacità, arrossamento lungo l'osso nero e scolorimento marrone dei lembi dell'addome	Sangue e reni bruno	Leggero sbiancamento e scolorimento marrone con un po' di muco batterico giallo	Odori di acidi grassi inferiori (ad es. Acido acetico o butirrico), erba compostata, "vecchi stivali", leggermente dolce, fruttato o simile al cloroformio	4
3							Acqua di cavolo raffermo, "acido", fiammiferi bagnati	3

conservazione. All'interno della cornice QDA, tutti gli aspetti riconoscibili e rilevabili di un prodotto sono descritti ed elencati da un panel addestrato guidato dal panelist senior. Durante la descrizione del prodotto, i membri del panel compilano un elenco di termini sotto forma di glossario. L'elenco viene quindi utilizzato per la valutazione; i relatori quantificano gli aspetti sensoriali del prodotto utilizzando una scala non strutturata per ciascuno dei termini sensoriali. Prima di impegnarsi nella valutazione, i partecipanti al panel ricevono una formazione adeguata. I termini utilizzati per descrivere l'odore e l'aroma del pesce possono essere raggruppati in parametri sensoriali favorevoli e sfavorevoli, a seconda che si descriva il pesce fresco o quello prossimo alla data di scadenza.

Literatura:

Alasalvar, C., Taylor, K.D.A., Oksuz, A., Garthwaite, T., Alexis, M.N., Grigorakis, K. (2001) Freshness assessment of cultured sea bream (*Sparus aurata*) by chemical, physical and sensory methods. *Food Chemistry*, 72, 33-40.

Alasalvar, C., Taylor, K.D.A., Oksuz, A., Shahidi, F., Alexis, M. (2002) Comparison of Freshness Quality of Cultured and Wild Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*). *Journal of Food Science*, 67, 3220-3226.

Bernardi, D.C., Marisco, E.T., Queiroz de Freitas, M. (2013) Quality Index Method (QIM) to Assess the Freshness and Shelf Life of Fish. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 56, 587-598.

Bojanić, K., Kozačinski, L., Filipović, I., Cvrtila, Ž., Zdolec, N., Njari, B. (2009) Quality of sea bass meat during storage on ice. *Meso*, 11, 74-80.

Campus, M., Bonaglini E., Cappuccineli R., Porcu, M.C., Tonelli, R., Roggio, T. (2011) Effect of modified atmosphere packaging on Quality Index Method (QIM) scores of farmed gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) at low and abused temperatures. *Journal of Food Science*, 76, 185-191.

Codex Guidelines for the Sensory Evaluation of Fish and Shellfish in Laboratories. CAC-GL 31-1999.

Connell, J.J. Sensory Assessment of Fish Quality. Torry Advisory Note No. 91. Torry Research Station, Aberdeen. <http://www.fao.org/3/x5989e/x5989e00.htm>

Council Regulation (EC) No 2406/96 of 26 November 1996 laying down common marketing standards for certain fishery products. Off. J. Europ. Commun. No L 334, 23.12.1996.

Huidobro, A., Pastor, A., Tejada, M. (2000) Quality Index Method Developed for Raw Gilthead Seabream (*Sparus aurata*). *Journal of Food Science*, 65, 1202-1205.

Huss, H.H. Quality and quality changes in fresh fish. FAO Fisheries Technical Paper – 348, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 1995.

ISO 8586:2012 Sensory analysis- General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors.

Knowles, T., Brown, S., Warriss, P., Lines, J., Tinarwo, A., Bravo, A., Carvalho, H., Goncalves, A. (2007) Effect of electrical stunning at slaughter on the carcass, flesh and eating quality of farmed sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquatic Research*, 38, 1732-1741.

Lougovoisa, V.P., Kyranasb, E.R., Kyranaa, V.R. (2003) Comparison of selected methods of assessing freshness quality and remaining storage life of iced gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Food Research International*, 36, 551-560.

Martinsdottir, E. (2010) Sensory quality management of fish. In: Sensory Analysis for Food and Beverage Quality Control, A Practical Guide, Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, pp. 293-315.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781845694760500150>

Nunes, M.L., Batista, I., Cardoso, C. (2007) Aplicacao do indice de Qualidade (QIM) na avaliacao da frescura do pescado. Publicacoes avulsas do IPIMAR, No. 15, Lisboa.

Nuray, E., Özkan, Ö. (2006) Gutted and Un-Gutted Sea Bass (*Dicentrarchus Labrax*) Stored in Ice: Influence on Fish Quality and Shelf-Life. *International Journal of Food Properties*, 9, 331-345.

Sensory assessment scoresheets for fish and shellfish – Torry & QIM. (2010) Collated by Michaela Archer, SEAFISH the authority on seafood

https://www.seafish.org/media/Publications/sensory_assessment_scoresheets_14_5_10.pdf

Sikorski, Z.E. (2011) Food Quality and Standards Pertaining to Fish in "Food Quality and Standards – Vol. II, Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)

<https://www.eolss.net/sample-chapters/C10/E5-08-04-02.pdf>

Stone, H., Sidel, J. (1992) Sensory Evaluation Practices, 2nd Edition, Food and Science Technology Series, Series Editors: Steve Taylor, eBook ISBN: 9780323139762, Imprint: Academic Press, page count: 338.

Šimat, V., Bogdanović, T., Krželj, M., Soldo A., Maršić-Lučić J. (2012) Differences in chemical, physical and sensory properties during shelf life assessment of wild and farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata* L). *Journal of Applied Ichthyology*, 28, 95-101.

Šimat, V., Soldo A., Maršić-Lučić J. Tudor, M., Bogdanović, T. (2009) Effect of different storage conditions on the dielectric properties of the sea bass (*Dicentrarchus labrax* L). *Acta Adriatica*, 50, 5-10.

4. QUALITA' NUTRIZIONALE DEI PESCI

Jelka Pleadin,

Istituto Veterinario Croato, Laboratorio di analisi chimiche

4.1. Introduzione

Il consumo di pesce fornisce generalmente un'importante fonte di nutrimento per un gran numero di consumatori in tutto il mondo e un contributo molto significativo a un'alimentazione sana. Le informazioni sulla composizione chimica dei pesci rispetto al valore nutritivo sono importanti anche per confrontarli con altre fonti di alimenti proteici animali, come carne rossa e pollame. Storicamente i principali effetti del consumo di pesce sono stati attribuiti all'elevato contenuto di preziosi acidi grassi, tuttavia, anche altri nutrienti del pesce hanno effetti positivi sulla salute umana.

Nel pesce fresco, il muscolo scheletrico è il più grande tessuto commestibile e la sua composizione è considerata l'aspetto principale della qualità, mentre le proprietà organolettiche e il valore nutritivo sono le caratteristiche principali che, insieme alla freschezza, rappresentano i parametri di qualità più importanti per i consumatori. Nel caso della spigola europea e dell'orata, il muscolo scheletrico rappresenta rispettivamente il 44-58% e il 34-48% del peso corporeo totale. Il muscolo è composto da grassi, proteine, acqua, sali ed elementi inorganici, basi volatili come ammoniaca, trimetilammina e dimetilammina, ossido di trimetilammina, amminoacidi liberi, urea, vitamine, carboidrati e composti volatili, come alcoli, aldeidi, chetoni e terpeni, che assieme contribuiscono all'aroma del pesce.

La composizione chimica del pesce varia notevolmente tra le specie a seconda dell'età, del sesso, dell'ambiente e della stagione. Sono state riscontrate anche variazioni nella composizione nutrizionale tra individui della stessa specie, della stessa età e sesso, legate alla stessa cattura. Le differenze individuali nella composizione chimica possono essere significative e fungere da fattore importante nella valutazione della qualità media dei diversi tipi di pesce. Il pesce è l'unica fonte proteica che contiene tutti gli amminoacidi essenziali. E' è importante nella dieta delle persone, perché fornisce proteine di alta qualità, lipidi, che sono i componenti principali del cibo, e preziosi micronutrienti, vitamine e minerali. Infatti, la carne di pesce contiene generalmente fino all'80% di acqua, il 15-23% di proteine, lo 0,7-20% di grassi, mentre i carboidrati sono presenti in percentuale molto bassa (<2%). Le proteine del pesce sono facilmente digeribili a causa della minore percentuale di collagene e hanno un buon valore nutrizionale (93-98%) e punteggio chimico. Oltre alle proteine, il valore nutritivo della carne di pesce è legato anche alla sua composizione lipidica. Il pesce è la principale fonte di acidi grassi polinsaturi a catena lunga omega-3 (n-3 LC PUFA) ed è anche caratterizzato da una composizione amminoacidica ben bilanciata, perché contiene alte concentrazioni

di taurina e colina. I minerali nel pesce includono macro minerali come potassio, calcio e fosforo e anche molti microelementi. Le vitamine presenti comprendono il gruppo delle liposolubili (A, D, E, K) e delle idrosolubili. Pertanto il pesce dovrebbe essere parte integrante della dieta, prevenendo la malnutrizione e fornendo questi macro e micro nutrienti prontamente disponibili per l'organismo umano.

Questo manuale presenta la composizione nutritiva di base, il profilo degli acidi grassi, nonché il contenuto di minerali e vitamine per diverse specie di pesci in generale, e in particolare per la spigola e l'orata, che rappresentano commercialmente le più importanti specie allevate.

4.2. Composizione nutrizionale di base

Viene evidenziata l'importanza del pesce nel fornire proteine facilmente digeribili di alto valore biologico. In base al peso, il pesce fresco contiene circa il 18-20% di proteine e tutti gli aminoacidi essenziali, compresi gli aminoacidi contenenti zolfo quali cisteina e metionina. Una porzione di pesce fornisce da un terzo alla metà del fabbisogno giornaliero di proteine. Questo spiega come il pesce svolga un ruolo importante nel soddisfare la sicurezza alimentare nutrizionale, soprattutto nella prevenzione della malnutrizione proteico-calorica. Rispetto alle altre fonti di proteine animali proposte nelle diete, i consumatori hanno un'ampia gamma di specie ittiche da scegliere per il consumo. Inoltre, esiste anche un risparmio economico perché la produzione tramite l'allevamento di diverse specie ittiche è più economica rispetto alle altre fonti di proteine alimentari di origine animale, come pollo, montone, maiale e manzo.

Tuttavia, il contenuto proteico di una specie ittica dipende da fattori biologici e ambientali (sesso, età, maturità sessuale, condizioni nutritive, ecc.). In generale il contenuto proteico della carne di pesce, a differenza della componente grassa, è altamente costante, indipendente dalle variazioni stagionali legate all'alimentazione e ai cicli riproduttivi, e mostra solo piccole differenze tra le specie. Viceversa la componente grassa è variabile ed è compresa tra un valore dell'1% per i pesci con un basso contenuto di grassi e del 30% per quelli con un maggior contenuto di grassi. In generale, il contenuto di grassi determina il valore della materia prima e il gusto e, in base al contenuto di grassi nella carne, il pesce può essere suddiviso in diversi gruppi: pesce magro il cui contenuto di grassi non supera il 2-4%; pesce semigrasso con un contenuto di grassi dal 4 all'8%, grasso con un contenuto di grassi superiore all'8% ed extra grasso con più del 15% di grassi. L'orata e la spigola sono classificate come pesci semigrassi. Il pesce è anche diviso in azzurro e bianco in base alla distribuzione del grasso. Il pesce azzurro immagazzina il grasso nelle cellule adipose di tutto il corpo, mentre il bianco lo immagazzina nel fegato e nelle cavità addominali. La percentuale di grasso nel pesce bianco è bassa, soprattutto nella carne dove si attesta intorno all'1%, di cui il 90% è costituito da grassi strutturali o fosfolipidi. Sebbene il contenuto totale di acidi grassi altamente

insaturi nel pesce bianco sia inferiore al pesce azzurro, il pesce bianco contiene mediamente una percentuale maggiore di grasso totale rispetto al pesce grasso (ad esempio, 37% rispetto al 17%). Tuttavia, a causa dell'aumento del contenuto di grassi del pesce d'allevamento rispetto al pesce selvatico, tali prodotti rappresentano una preziosa fonte di acidi grassi omega-3 negli alimenti.

Considerando che il contenuto medio di acqua della carne del pesce grasso è di circa il 70%, singoli esemplari di alcune specie possono a volte essere trovati con un contenuto di acqua del 30-90%. L'acqua nel muscolo di pesce fresco è strettamente legata alle proteine strutturali. Dopo una prolungata conservazione refrigerata o congelata, tuttavia, le proteine perdono parzialmente la capacità di trattenere tutta l'acqua, e conseguentemente una parte di essa, contenente sostanze disciolte, si perde per gocciolamento. Il pesce congelato, che viene conservato a una temperatura troppo alta, ad esempio, produrrà una grande quantità di acqua per gocciolamento e di conseguenza la qualità ne risentirà. Nei pesci vivi, il contenuto di acqua di solito aumenta e il contenuto di proteine diminuisce con l'avvicinarsi del tempo di deposizione delle uova. La quantità di carboidrati nel muscolo del pesce è generalmente troppo bassa per avere un significato nella dieta umana. Nel pesce bianco, la quantità è solitamente inferiore all'1%, ma nel muscolo scuro di alcune specie grasse può occasionalmente arrivare fino al 2%. Infine la maggior parte dei microelementi è contenuto nelle branchie, testa e lische.

La Tabella 4.1. mostra la composizione di base approssimativa della spigola e dell'orata d'allevamento ottenuta nei nostri studi precedenti in queste specie allevate in diverse località del Mare Adriatico.

Tabella 4.1. Composizione chimica di branzini (*Dicentrarchus labrax*) e orate (*Sparus aurata*) allevate nel Mar Adriatico (Pleadin et al., 2017)

Parametri	Branzini	Orate
Acqua (%)	70,81 ± 3,28	70,16 ± 2,50
Proteine (%)	19,22 ± 1,46	19,09 ± 0,33
Grassi (%)	9,11 ± 3,06	10,48 ± 3,08
Ceneri (%)	1,21 ± 0,02	1,24 ± 0,07
Carboidrati (%)	0,10 ± 0,01	0,08 ± 0,02

4.3. Acidi grassi

In generale, ci sono tre tipologie di acidi grassi (AF), saturi (SFA), monoinsaturi (MUFA) e polinsaturi (PUFA). I PUFA includono acidi grassi omega-3 (chiamati anche ω -3 o n -3) e omega-6 (chiamati anche ω -6 o n -6). Gli esseri umani possono sintetizzare gli SFA e i MUFA, ma i PUFA devono essere ingeriti tal quali, non esistendo alcuna via biochimica di produzione nota, e quindi devono essere ottenuti dalla dieta. I grassi del pesce contengono dal 17 al 21% di acidi grassi saturi e dal 60 all'84% di acidi grassi insa-



Distillazione e titolazione durante la determinazione delle quote proteiche secondo il metodo Kjeldahl

turi con cinque o sei doppi legami. Il contenuto totale di PUFA è leggermente inferiore nei pesci d'acqua dolce (70%) rispetto a quello dei pesci marini (circa 88%). Il grasso del pesce è caratterizzato da un basso contenuto di acidi grassi *n*-6, e quindi nel pesce di mare, il rapporto tra *n*-3 e *n*-6 è alto e varia da 5:1 a 10:1.

I risultati degli studi effettuati mostrano che l'AF più fortemente rappresentato in molte specie ittiche d'allevamento è l'acido oleico (C18:1*n*-9, OA), seguito dall'acido linoleico (C18:2*n*-6, LA) e dall'acido palmitico (C16:0, PA). Tuttavia sono state osservate differenze significative nei profili AF tra le specie ittiche. Il pesce è stato riconosciuto come componente integrante di una dieta ben bilanciata in base al suo contenuto di PUFA *n*-3 a catena lunga. Il loro ben noto effetto ipotrigliceridemico nel corpo può essere utile in termini di riduzione della percentuale di piccole lipoproteine a bassa densità (LDL) pro-aterogeniche e forse di miglioramento dei processi infiammatori associati alla sindrome metabolica osservata nei pazienti con diabete mellito o malattie cardiovascolari. Gli acidi grassi *n*-3, importanti nella nutrizione umana, sono l'acido α -linolenico (18:3, *n*-3; ALA), l'acido eicosapentaenoico (20:5, *n*-3; EPA) e l'acido docosaesaenoico (22:6, *n*-3; DHA). Questi tre PUFA hanno 3, 5 o 6 doppi legami in una catena di carbonio di 18, 20 o 22 atomi, rispettivamente.

Il corpo umano non può sintetizzare *de novo* acidi grassi *n*-3, ma può formare acidi grassi *n*-3 insaturi a 20 atomi di carbonio (come EPA) e acidi grassi *n*-3 insaturi a 22 atomi di carbonio (come DHA) dall'acido α -linolenico (18 - *n*-3). Queste conversioni avvengono in modo competitivo con gli acidi grassi *n*-6, che sono analoghi chimici essenziali strettamente correlati e derivati dall'acido linoleico (LA). Sia l'acido α -linolenico *n*-3 che l'acido linoleico *n*-6 sono nutrienti essenziali, che devono essere ottenuti dal cibo. La sintesi degli acidi grassi *n*-3 più lunghi dall'acido linolenico all'interno del corpo

è rallentata in modo competitivo dagli analoghi *n*-6. Pertanto, l'accumulo di acidi grassi *n*-3 a catena lunga nei tessuti è più efficace quando sono ottenuti direttamente dal cibo o quando quantità concorrenti di analoghi *n*-6 non superano di molto le quantità di *n*-3.

I pesci di allevamenti intensivi mostravano livelli bassi di EPA, DPA (acido docosapentaenoico) e DHA, ma alti livelli di acidi grassi *n*-6. È risaputo che la composizione degli acidi grassi nella carne di pesce riflette il profilo degli acidi grassi nella dieta. Quindi, gli alti livelli di acidi grassi *n*-6 e la grande variazione in alcuni acidi grassi della carne, specialmente dell'acido linoleico, nei pesci allevati in sistemi intensivi, suggeriscono diversi gradi di consumi alimentari di fonti vegetali. Negli ultimi decenni, la ricerca sulla nutrizione dei pesci ha dedicato sforzi continui allo sviluppo di mangimi sostenibili in grado di fornire livelli adeguati di acidi grassi *n*-3 a catena lunga per l'alimentazione umana.

La composizione approssimativa in acidi grassi della spigola e dell'orata d'allevamento provenienti da diverse località del mare Adriatico è mostrata nella tabella 4.2. La quota approssimativa di ALA, EPA, DHA, AA (acido arachidonico) e LA come anche gli indici di qualità nutrizionale, rispettivamente, ottenuti dagli stessi campioni di pesce, è mostrata nella tabella 4.3. e nella tabella 4.4.

Tabella 4.2. Composizione in acidi grassi di branzini (*Dicentrarchus labrax*) e orate (*Sparus aurata*) allevate nel Mar Adriatico (Pleadin et al., 2017)

Acidi grassi (%)	Branzini	Orate
SFA	23,93 ± 2,13	21,24 ± 3,25
MUFA	51,82 ± 2,45	54,66 ± 3,74
PUFA	24,25 ± 2,30	24,10 ± 1,38
Totale <i>n</i>-6	15,74 ± 2,06	16,87 ± 0,37
Totale <i>n</i>-3	8,51 ± 1,29	7,23 ± 1,48

I risultati sono espressi come valori medi ± deviazione standard (quantità di FA relativa-% di acidi grassi totali nella parte muscolare edibile); SFA, acidi grassi saturi; MUFA, acidi grassi monoinsaturi; PUFA, acidi grassi polinsaturi.

Tabella 4.3. Acidi grassi più importanti nei branzini (*Dicentrarchus labrax*) e orate (*Sparus aurata*) allevate nel Mar Adriatico (Peadin et al., 2017)

Acidi grassi (g/100 g)	Branzini	Orate
ALA	0,25 ± 0,04	0,30 ± 0,10
EPA	0,16 ± 0,04	0,11 ± 0,06
DHA	0,25 ± 0,08	0,21 ± 0,11
EPA + DHA	0,41 ± 0,11	0,32 ± 0,16
AA	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,01
LA	1,22 ± 0,17	1,52 ± 0,06

I risultati sono espressi come valori medi ± deviazione standard (g di acidi grassi/100 g di parte muscolare edibile); ALA, acido alfa-linolenico; EPA, acido eicosapentaenoico; DHA, acido docosaesaenoico; AA, acido arachidonico; LA, acido linoleico

Tabella 4.4. Medie dei valori indice di qualità in branzini (*Dicentrarchus labrax*) e orate (*Sparus aurata*) allevati nel Mar Adriatico (Pleadin et al., 2017)

Parametri	Branzini	Orate
n-3/n-6	0,55 ± 0,11	0,43 ± 0,09
PUFA/SFA	1,02 ± 0,17	1,15 ± 0,19
AI	0,35 ± 0,05	0,32 ± 0,07
TI	0,38 ± 0,04	0,35 ± 0,06
HH	3,34 ± 0,55	3,94 ± 1,03
FLQ	4,53 ± 1,25	3,06 ± 1,55

I risultati sono espressi come valori medi ± deviazione standard; n-3, acidi grassi omega-3; n-6, acidi grassi omega-6; SFA, acidi grassi saturi; PUFA, acido grasso polinsaturo; EPA, acido eicosapentaenoico; DHA, acido docosaesaenoico; AI, indice aterogenico; Indice trombogenico TI; Rapporto H/H ipocolesterolemizzante/ ipocolesterolemico; FLQ, qualità dei lipidi della carne.



Gasromatografia con rilevamento a ionizzazione di fiamma (GC-FID) per l'analisi degli acidi grassi

4.4. Minerali

Il pesce è particolarmente una buona fonte di minerali come potassio, fosforo, sodio, calcio e anche alcuni microelementi. Nel pesce questi minerali sono altamente biodisponibili, il che significa che il corpo li assorbe facilmente. Le variazioni del loro contenuto sono strettamente correlate alle differenze stagionali e biologiche come specie, taglia, muscolo scuro/bianco, età, sesso e maturità sessuale, area di cattura o



Spettrofotometro ad adsorbimento atomico (AAS) per la determinazione dei minerali

allevamento, metodo di lavorazione, fonte di cibo e condizioni ambientali come composizione chimica dell'acqua, salinità, temperatura e concentrazione di contaminanti). Studi effettuati hanno rilevato che i macro e microelementi più importanti nel branzino e nell'orata sono potassio, fosforo, calcio, sodio, magnesio, iodio, ferro, zinco, manganese e selenio (tabella 4.5.). Il ferro e lo zinco erano gli elementi dominanti tra i 14 minerali e costituivano circa l'80% del contenuto totale di minerali in tracce nel branzino e nell'orata di allevamento e nelle specie selvagge.

4.4.1. Potassio e fosforo

Il potassio è un elettrolita che interagisce con il sodio come uno dei principali elettroliti del corpo, per condurre gli impulsi nervosi e molte altre funzioni nelle cellule. Il fosforo svolge un ruolo importante nelle ossa e nelle membrane cellulari come componente dei fosfolipidi che costruiscono il doppio strato lipidico della membrana. Inoltre, è anche un componente di molti composti intracellulari come acidi nucleici, nucleoproteine e fosfati organici. La carenza di fosforo nel corpo porta a disturbi muscolari, acidosi metabolica, encefalopatia e alterazione della mineralizzazione ossea nonché disturbi cardiaci, respiratori, neurologici e metabolici. In diverse pubblicazioni, pesce e frutti di mare rappresentano una buona fonte di fosforo con una media tra 204 e 230 mg/100 g di pesce.

4.4.2. Calcio

Il calcio è necessario per la formazione e la mineralizzazione delle ossa così come per il normale funzionamento dei muscoli e del sistema nervoso. La maggior parte del calcio

nel corpo è contenuto nelle ossa, ma circa l'1% viene utilizzato per gli impulsi nervosi e le contrazioni muscolari che forniscono movimento. Il calcio partecipa alla strutturazione delle proteine dell'RNA e del DNA, quindi influenza la struttura genetica e le mutazioni genetiche durante la crescita cellulare. L'assunzione di calcio, fosforo e fluoro è maggiore quando i piccoli pesci vengono mangiati con le loro ossa piuttosto che quando le lische di pesce vengono scartate. La carenza di calcio può essere associata al rachitismo nei bambini piccoli e all'osteomalacia (rammollimento delle ossa) negli adulti e negli anziani.

4.4.3. Zinco

Tra i microelementi, *lo zinco* svolge un ruolo importante nella crescita e nello sviluppo, nonché nel corretto funzionamento del sistema immunitario e per la salute della pelle. Ha anche un ruolo nella divisione e crescita cellulare, nella guarigione delle ferite e nella ripartizione dei carboidrati ed è necessario per i sensi quali l'olfatto e il gusto. La sua carenza è associata a scarsa crescita, problemi di pelle e perdita di capelli. Gli alimenti ad alto contenuto proteico come carne e pesce contengono la più alta quantità di zinco ed è facilmente assorbito da queste fonti. È stato dimostrato che il pesce azzurro fornisce una quantità significativa di zinco.

4.4.4. Ferro

Il ferro è importante nella sintesi dell'emoglobina nei globuli rossi, perché trasporta l'ossigeno in tutte le parti del corpo, e la sua carenza è associata ad anemia, funzionalità cerebrale compromessa e nei neonati è associata a scarsa capacità di apprendimento e a comportamento scorretto. A causa del suo ruolo nel sistema immunitario, la carenza di ferro può anche essere associata ad un aumento del rischio di infezione. Rispetto ad altre fonti animali, sebbene il pesce contenga meno ferro rispetto alla quantità che si trova nella carne rossa, il ferro del pesce bianco è ben assorbito e quindi tale prodotto è un'utile fonte di ferro.

4.4.5. Iodio

Lo iodio, importante per gli ormoni che regolano il metabolismo del corpo e nei bambini, è necessario per la crescita e il normale sviluppo mentale. Una carenza di iodio può portare al gozzo (tiroide ingrossata) e ritardo mentale nei bambini (cretinismo). Il pesce è una delle poche fonti affidabili di iodio.

4.4.6. Magnesio

Il magnesio è un importante cofattore enzimatico perché partecipa a più di 300 reazioni enzimatiche, ed è essenziale per la conversione della vitamina D nella sua forma biologicamente attiva, perché aiuta l'organismo ad assorbire e utilizzare il calcio.

4.4.7. Selenio

Il selenio è il cofattore di alcuni degli enzimi che proteggono il corpo dai danni dovuti all'ossidazione (danni dei radicali liberi). È anche necessario per l'uso dello iodio nella produzione di ormoni tiroidei e nell'attività del sistema immunitario. Inoltre, è stato evidenziato che il selenio e la selenite del pesce erano altamente biodisponibili e avevano una biodisponibilità più elevata rispetto al selenio del lievito. Il pesce è una fonte particolarmente buona di selenio e una porzione di 100 g di pesce potrebbe fornire circa la metà dell'assunzione giornaliera raccomandata di questo minerale.

Tabella 4.5. Minerali presenti in branzini (*Dicentrarchus labrax*) e orate (*Sparus aurata*) allevati nel Mar Egeo (Özden and Erkan, 2008)

	Branzini (mg/kg)	Orate (mg/kg)
Potassio	4 601,03 ± 0,07	3 911,39 ± 0,08
Fosforo	3 749,80 ± 0,41	3507,38 ± 0,03
Sodio	775,26 ± 0,15	291,14 ± 0,05
Calcio	616,50 ± 0,51	195,15 ± 0,40
Iodio	343,30 ± 0,03	517,00 ± 0,03
Magnesio	325,77 ± 0,05	219,41 ± 0,04
Ferro	25,77 ± 0,04	224,68 ± 0,05
Zinco	2,89 ± 0,02	1,08 ± 0,05
Manganese	0,54 ± 0,09	6,47 ± 0,08
Selenio	0,29 ± 0,01	0,24 ± 0,03

4.5. Vitamine

Il contenuto vitaminico del pesce varia in base a specie, età, stagione e località di pesca e nel caso di pesci allevati anche con il mangime. È noto che i prodotti ittici di mare contengano vitamina A, D, E, tiamina, riboflavina, niacina, B₆, acido pantotenico, B₁₂ e quantità trascurabili di vitamina C. Sono generalmente disponibili pochissimi dati sulle quantità di vitamine nel pesce di mare, tra cui anche spigola e orata. Alcuni risultati ottenuti per il contenuto vitaminico in queste due specie sono riportati nella tabella 4.6.

4.5.1. Vitamina A

La vitamina A del pesce è, per l'uomo, più facilmente disponibile rispetto agli alimenti vegetali. Tra tutte le specie ittiche, il pesce grasso contiene più vitamina A rispetto alle specie magre. Gli studi hanno dimostrato che la mortalità è ridotta per i bambini sotto i cinque anni quando la loro dieta presenta una quantità adeguata di vitamina A. Questa è necessaria anche per la vista e la crescita ossea. In alcuni studi sulla carne del

branzino, la vitamina A non è stata rilevata, e ciò è stato spiegato dal fatto che questa vitamina è più abbondante nell'olio di pesce e nel fegato. Nel pesce maturo, circa il 90% o più della vitamina A totale è solitamente immagazzinata nel fegato. Poiché l'essiccazione al sole distrugge la maggior parte della vitamina disponibile, è necessario implementare altri metodi di lavorazione per preservarla. I nostri studi hanno portato a un contenuto medio di vitamina A di $12.9 \pm 6.6 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ nel branzino e $4.3 \pm 1.2 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ nell'orata.

4.5.2. Vitamina E

La *vitamina E* è presente in natura in otto forme chimiche (α , β , γ e δ -tocoferolo e α , β , γ e δ -tocotrienolo), che hanno diversi livelli di attività biologica. Di questi, l' α -tocoferolo è stata la forma più studiata in quanto ha la più alta biodisponibilità e rappresenta il più importante antiossidante liposolubile, che protegge le membrane cellulari dall'ossidazione reagendo con i radicali lipidici prodotti nella reazione a catena della perossidazione. Tale molecola rimuove gli intermedi dei radicali liberi e impedisce il proseguimento della reazione di ossidazione. I radicali liberi sono stati implicati nella patologia di diverse malattie umane, tra cui cancro, aterosclerosi, malaria, artrite reumatoide e malattie neurodegenerative. Gli autori hanno riferito che il contenuto di vitamina E nelle parti commestibili del pesce varia da 0.2 a 270 mg/100 g di peso umido. Il contenuto medio di vitamina E, determinato nella spigola e nell'orata del mare Adriatico nei nostri studi, è risultato con valori di $1.9 \pm 0.4 \text{ mg}/100 \text{ g}$ e $1.05 \pm 0.3 \text{ mg}/100 \text{ g}$, rispettivamente.

4.5.3. Vitamina D

La *vitamina D* presente nel fegato di pesce e negli oli è fondamentale per la crescita delle ossa poiché è essenziale per l'assorbimento e il metabolismo del calcio. Svolge anche un ruolo nella funzione immunitaria e può offrire protezione contro il cancro. Il pesce azzurro è la migliore fonte alimentare di vitamina D naturale. La forma di vitamina D che si trova nel pesce è la vitamina D3 (coleciferolo), che è anche la forma prodotta nella pelle dal 7-deidrocolesterolo, quando esposto alla luce ultravioletta. I dati di letteratura mostrano variazioni del contenuto di vitamina D in varie specie tra 0.5 e 30 mg/100 g di muscolo di pesce.

4.5.4. Vitamine del gruppo B

Il pesce è anche una buona fonte di *vitamine del gruppo B* e può fornire un utile contributo alla dieta per questo gruppo di vitamine, così come la carne rossa. Le vitamine del gruppo B sono responsabili della conversione del cibo in energia nelle cellule del corpo e ottimizza la funzionalità del tessuto nervoso. È stato riconosciuto che l'acido pantotenico partecipa alle reazioni biochimiche di base delle cellule animali, costituen-

do una parte del coenzima A. Si presenta in maggior quantità nelle ovaie, e in concentrazione inferiore nella carne scura (rossa) e nel fegato, ma è scarso nella carne bianca. Il livello di riboflavina è più alto nei tessuti metabolicamente attivi, in particolare nella retina degli occhi del pesce, nella melanina della pelle, nella carne scura e nelle specie pelagiche. Si ritiene che l'alto contenuto di niacina sia dovuto all'elevato contenuto di grassi nella carne di pesce. Pertanto il suo contenuto nel pesce azzurro è superiore a quello della carne magra. Il contenuto di acido folico, in generale, è molto basso e gli organi come fegato, reni e milza, contengono più acido folico sia della carne bianca che di quella scura.

Tabella 4.6. Contenuto in vitamine in branzini (*Dicentrarchus labrax*) e orate (*Sparus aurata*)

Vitamine	Branzini ^a (mg/kg)	Orate ^b (mg/kg)
Tiamina	0,46 ± 0,02	n.a.
Riboflavina	0,16 ± 0,01	n.a.
Acido Folico	0,06 ± 0,00	n.a.
Niacina	12,00 ± 0,00	n.a.
Acido Ascorbico	12,95 ± 0,05	n.a.
Acido Pantotenico	3,20 ± 0,00	n.a.
Vitamina E	6,90 ± 0,10	3,10- 6,00
Vitamina A	n.d.	0,27- 0,60
Vitamina D	n.a.	0,98- 1,70

^a Branzini (*Dicentrarchus labrax* L.,1758) allevati in Mar Nero (Kocatepe and Turan, 2012)

^b Orate (*Sparus aurata* L., 1758) alleviate in Mar Nero durante 4 stagioni (Öztürk et al., 2019) n.a. – non analizzati; n.d. – non identificati

Literatura:

Alasalvar, C., Taylor, K.D.A., Zubcov, E., Shahidi, F., Alexis, M. (2002) Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. *Food Chemistry*, 79, 145–150.

Custódio, P.J., Pessenha, S., Pereira, C., Carvalho, M.L., Nunes, M.L. (2011) Comparative study of elemental content in farmed and wild life sea bass and gilthead bream from four different sites by FAAS and EDXRF. *Food Chemistry*, 124, 367–372.

FAO (2018) The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Fuentes, A., Fernández-Segovia, I. Serra, J. A. Barat, J. M. (2010) Comparison of wild and cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) quality. *Food Chemistry*, 119, 1514–1518.

Güner, S., Dincer, B., Alemdag, N., Colak, A., Tüfekci, M. (1998) Proximate composition and selected mineral content of commercially important fish species from the Black Sea. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 78, 337–342.

Higashi, H.: Vitamins in fish-with special reference to edible parts. In: Borgstrom, G. (Ed.): Fish as food. Volume I. Production, biochemistry, and microbiology. New York: Academic Press, 1961, pp. 411–463.

Khalili Tilami, S., Sampels, S. (2018) Nutritional Value of Fish: Lipids, Proteins, Vitamins, and Minerals. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 26, 243-253.

- Kocatepe, D., Turan, H. (2012) Chemical composition of cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus 1758) muscle. *Journal of Food and Nutrition Research*, 51, 33–39.
- Mattila, P., Piironen, V., Uusi-Rauva, E., Koivistoinen, P. (1995) Cholecalciferol and 25-hydroxycholecalciferol contents in fish and fish products. *Journal of Food Composition and Analysis*, 8, 232–243.
- Özden, Ö. and Erkan, N. (2007) Comparison of biochemical composition of three aqua cultured fishes (*Dicentrarchus labrax*, *Sparus aurata*, *Dentex dentex*). *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 59, 545–557.
- Öztürk, D.K., Baki, B., Karayücel, İ., Öztürk, R., Gören, G.U., Karayücel, S. (2019) Determination of seasonal vitamin and mineral contents of sea bream (*Sparus aurata* L., 1758) cultured in net cages in Central Black Sea region. *Biological Trace Element Research*, 187, 517–525.
- Pateiro, M., Paulo, E., Munkata, S., Rubén Domínguez, Min Wang, Francisco J. Barba, Roberto Bermúdez and José M. Lorenzo (2020) Nutritional Profiling and the Value of Processing By-Products from Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*). *Marine Drugs*, 18, E101.
- Pleadin, J., Lešić, T., Krešić, G., Barić, R., Bogdanović, T., Oraić, D., Vulić, A., Legac, A., Zrnčić, S. (2017) Nutritional quality of different fish species farmed in the Adriatic Sea. *Italian Journal of Food Sciences*, 29, 537–549.
- Polat, A., Özogul, Y., Kuley, E., Özogul, F., Özyurt, G., Şimşek, A. (2013) Tocopherol content of commercial fish species as affected by microwave cooking. *Journal of Food Biochemistry*, 37, 381–387.
- Valente, L.M.P., Cornet, J., Donnay-Moreno, C., Gouygou, J.P., Bergé, J.P., Bacelar, M., Escórcio, C., Rocha, E., Malhão, F., Cardinal, M. (2011) Quality differences of gilthead sea bream from distinct production systems in Southern Europe: Intensive, integrated, semi-intensive or extensive systems. *Food Control*, 22, 708–717.
- Valfrè, F., Caprino, F., Turchini, G.M. (2003) The health benefit of seafood. *Veterinary Research Communications*. 27 (Suppl. I): 507.

5. BENEFICI DEL CONSUMO DI PESCE NELLA NUTRIZIONE UMANA

Greta Krešić,

*Università di Rijeka-Fiume, Facoltà del Turismo e Gestione dell'Ospitalità,
Dipartimento di Alimentazione e Nutrizione, Croazia*

5.1. Introduzione

Al giorno d'oggi, la salute è un mega trend che determina i comportamenti dei consumatori e ha portato allo sviluppo di una specifica nicchia chiamata LOHAS (Lifestyles of Health and Sustainability). Questo segmento di mercato è costituito da una popolazione ben istruita e finanziariamente discreta con atteggiamenti fortemente positivi verso un'alimentazione sana, verso la sostenibilità e le iniziative ecologiche.

Avendo un basso contenuto di grassi e contenente proteine di alta qualità e numerosi micronutrienti come vitamine e minerali, il pesce è un alimento generalmente accettato come elemento vitale di una dieta equilibrata e sana. A causa del suo alto valore nutritivo il pesce è associato a effetti positivi in molte condizioni patologiche (ad esempio malattie cardiovascolari, obesità, sindrome metabolica, cancro, salute mentale, ecc.).



Piatto preparato con filetto di branzino

5.2. Consumo di pesce dal punto di vista dei consumatori

Il consumo mondiale di pesce è più che raddoppiato dai primi dati disponibili nel 1961 (9.0 kg/pro capite/anno) e si attesta a 20.4 kg/pro capite/anno nel 2017. Il suo aumento medio annuo ha persino superato quello della carne e ha superato la crescita della popolazione. Tuttavia, il consumo di pesce varia notevolmente nel mondo e nelle regioni a causa di vari fattori geografici, culturali ed economici.

Il consumo di pesce nell'Unione Europea è rimasto stabile intorno ai 23 kg pro capite negli ultimi quattro anni (2014-2017), con notevoli differenze tra i paesi. I paesi mediterranei, ovvero Portogallo, Spagna, Francia e Italia, sono i più rilevanti in termini di consumo pro capite (rispettivamente 56.84, 42.47, 34.37, 29.8 kg/pro capite/anno), che può essere spiegato dalle loro abitudini alimentari tradizionali, che includono una gran varietà di specie ittiche. Sebbene la Croazia appartenga al gruppo dei paesi mediterranei, il suo consumo di pesce è inferiore alla media dell'UE, con solo 18.7 kg/pro capite/anno. All'interno dei paesi, il consumo varia a seconda della posizione geografica, ovvero il consumo è tipicamente più elevato nelle zone costiere e nelle zone interne.

Il consumo di pesce implica scelte complesse, che sono rafforzate da una varietà di fattori e barriere. I principali motori del consumo di pesce sono un atteggiamento positivo nei suoi confronti e la percezione che sia un alimento sano. Le barriere più importanti sembrano essere un'avversione sensoriale per il pesce, disagie, preoccupazioni per rischi per la salute, insicurezza nella selezione e preparazione prezzo troppo alto e indisponibilità. Per quanto riguarda le preferenze dei consumatori riguardo agli attributi di qualità, la maggior parte dei consumatori sembra preferire il pesce selvatico, nazionale, fresco e intero piuttosto che il pesce d'allevamento, importato, fresco, congelato o trasformato.

Oltre agli aspetti nutrizionali e tossicologici, altri due problemi influenzano il consumo di pesce: gli aspetti ecologici ed economici. Le preoccupazioni ecologiche sono legate all'esaurimento degli stock ittici selvatici con l'ulteriore stress imposto dalla variabilità climatica e dall'alterazione dell'habitat, in particolare per gli stock fortemente sovrasfruttati che sono più sensibili alla variabilità climatica. Si stima che la produzione di pesce dovrà aumentare del 50% entro il 2050 se si vuole soddisfare il fabbisogno pro-teico di base della crescente popolazione mondiale e garantire la sicurezza alimentare in tutto il mondo.

Da un punto di vista economico, la pesca e l'industria di trasformazione del pesce, insieme alle attività correlate come i fornitori di alimenti e ristoranti, sono determinanti chiave del tipo, della quantità e della forma di pesce che le persone consumano, influenzando la disponibilità, la desiderabilità e il costo del prodotto. Con l'aumento del consumo di pesce, aumenta anche la minaccia derivante dal sovrasfruttamento di stock ittici selvatici e da metodi non sostenibili nella produzione attraverso l'acquacoltura. I cambiamenti nel comportamento dei consumatori, tuttavia, hanno un grande poten-

ziale per migliorare la sostenibilità della raccolta del pesce selvatico e dell'acquacoltura. Di conseguenza, incoraggiando una maggiore domanda da parte dei consumatori di opzioni ittiche più rispettose dell'ambiente, potrebbe essere possibile avere un impatto sul tipo di pesce raccolto e allevato.

5.3. Benefici nutrizionali del consumo di pesce

Il pesce è parte integrante di diversi modelli dietetici sani, come la dieta mediterranea, la dieta nordica o l'approccio dietetico per contrastare l'ipertensione e altre malattie del "benessere". Molti degli effetti benefici del consumo di pesce derivano dai



Un pasto completo a base di orata

diversi tipi di nutrienti presenti in abbondanza e dal modo in cui questi nutrienti interagiscono. Tuttavia, la frequenza, la quantità di consumo e il tipo di pesce sono fattori importanti per stimare l'entità degli effetti positivi del suo consumo sulla prevenzione delle malattie e sulla promozione della salute.

I nutrienti del pesce, legati al loro impatto positivo sulla salute umana, sono rappresentati da proteine, taurina, vitamina D, acidi grassi *n*-3, selenio e iodio. Le maggiori differenze nel contenuto e nella concentrazione di nutrienti si possono riscontrare tra pesce grasso e pesce magro. È stato scoperto che il pesce grasso ha livelli più elevati di acidi grassi *n*-3 e vitamina D liposolubile, mentre il pesce magro ha concentrazioni maggiori di iodio e taurina.

È stato scoperto che le proteine del pesce hanno un effetto benefico sui livelli di sazietà. Infatti si osserva una diminuzione più lenta della sazietà con conseguente riduzione dell'appetito e minore assunzione complessiva di cibo. Le proteine del pesce sono di alto valore biologico, in quanto contengono tutti gli amminoacidi essenziali nelle giuste

proporzioni. Rappresentano un'ottima fonte di lisina oltre agli amminoacidi contenenti zolfo, metionina e cisteina. La composizione degli amminoacidi in combinazione con i peptidi bioattivi potrebbe spiegare gli effetti positivi delle proteine del pesce sul metabolismo dei lipidi.

Il pesce è una buona fonte alimentare di taurina. La taurina è un amminoacido non proteico con molteplici funzioni in quanto supporta la neurotrasmissione nel cervello, aiuta a stabilizzare le membrane cellulari ed è coinvolta nel trasporto di ioni come sodio, potassio, calcio e magnesio.

Gli acidi grassi polinsaturi a catena lunga (LC-PUFA) della classe *n*-3, l'acido eicosapentaenoico (EPA, 20:5 *n*-3) e l'acido docosaesaenoico (DHA, 22:6 *n*-3), sono principalmente presenti nei pesci grassi. Tuttavia anche il pesce magro è una fonte di acidi grassi *n*-3, poiché contiene circa 260 mg di *n*-3 per 100 g. Gli acidi grassi *n*-3 possono indurre una vasta gamma di effetti biologici, portando a miglioramenti della pressione sanguigna e della funzione cardiaca, della funzione endoteliale, dell'incremento del volume del sangue nelle arterie e della reattività vascolare, ridotta formazione di citochine dei monociti e neutrofili, del metabolismo lipidico e lipoproteico. Hanno capacità antiaggregante e effetti antinfiammatori.

La vitamina D, facente parte del gruppo delle vitamine liposolubili, è molto importante per l'omeostasi del calcio, ma ha anche un effetto antinfiammatorio sulle cellule immunitarie umane. Un basso apporto di vitamina D è anche associato a cambiamenti sfavorevoli nel profilo degli acidi grassi.

Per quanto riguarda i minerali, il pesce è una preziosa fonte di iodio e selenio. Lo iodio è importante per garantire la normale funzione tiroidea, attraverso la produzione di ormoni. I disturbi della ghiandola tiroidea possono avere un impatto significativo sulla termogenesi, sul peso corporeo e sulla lipolisi nel tessuto adiposo. L'ipotiroidismo è spesso associato ad aumento di peso, diminuzione della termogenesi e diminuzione del tasso metabolico. Il selenio è un cofattore importante nelle attività antiossidanti e nel metabolismo degli ormoni tiroidei.

5.4. Effetti positivi sulla salute del consumo di pesce

Nella moderna dieta occidentale, l'assunzione di acidi grassi *n*-6 è in continuo aumento mentre l'assunzione di acidi grassi *n*-3 è in diminuzione. Di conseguenza, il rapporto *n*-6/*n*-3 LC PUFA è cresciuto costantemente dal rapporto desiderato da 1:1 a 15:1 o anche superiore. Questi cambiamenti producono un aumento della prevalenza e del rischio di varie malattie (obesità, malattie cardiovascolari e malattie infiammatorie croniche correlate).

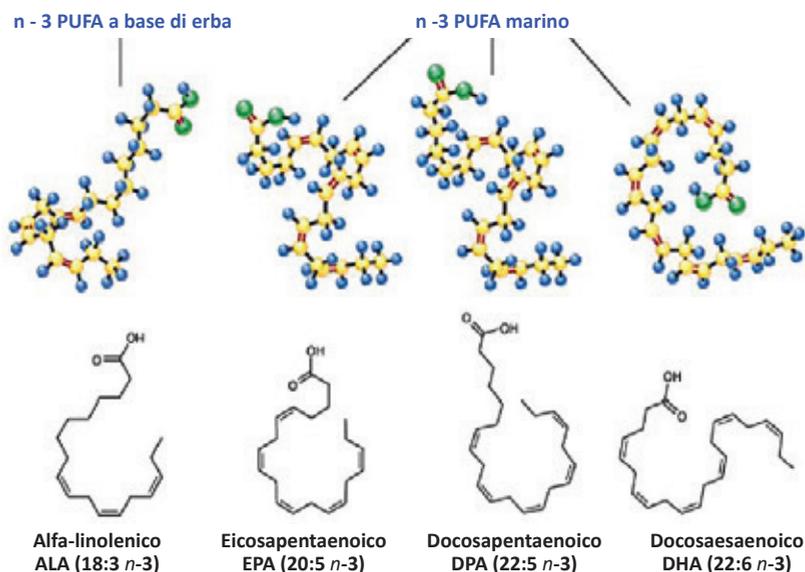
Poiché l'infiammazione è un meccanismo essenziale per la salute e la malattia umana, l'infiammazione cronica è una delle principali cause di molte malattie croniche (come malattia coronarica, obesità, artrite reumatoide, cancro, diabete e malattie

mentali). L'infiammazione è una risposta protettiva innescata da agenti patogeni o corpi estranei o da lesioni ai tessuti dell'ospite. L'esito di questo processo dipende dall'equilibrio tra la presenza di mediatori e sensori che amplificano il processo infiammatorio o controllano il ritorno alla salute normale. Un'assunzione eccessiva di $n-6$ LC-PUFA promuove la sintesi di eicosanoidi pro-infiammatori, mentre un'assunzione elevata di $n-3$ LC-PUFA verso $n-6$ LC-PUFA ha effetti antinfiammatori. Il contenuto di $n-3$ PUFA rappresenta il nutriente più importante del pesce poiché può influenzare la produzione di mediatori lipidici dalle cellule infiammatorie, influenzando così l'esito dei processi infiammatori. Gli effetti antinfiammatori e immunomodulatori di $n-3$ PUFA proteggono da molte malattie croniche.

Una analisi di studi di coorte sull'associazione tra consumo di pesce e rischio di malattie croniche ha concluso che il consumo di pesce è associato a un minor rischio di tutte le cause di mortalità, quali mortalità cardiovascolare, insufficienza cardiaca, malattia coronarica, ictus, infarto, depressione e cancro al fegato. Il consumo di pesce ha evidenziato una riduzione di effetti infiammatori in quella popolazione che consuma più di 300 g di pesce a settimana.

5.4.1. Malattie cardiovascolari

Gli studi, che indagano gli effetti sulla salute del consumo di pesce, hanno acquisito importanza, in seguito all'osservazione che gli Inuits groenlandesi, che consumano una dieta caratterizzata da un elevato apporto di grassi derivanti dal pesce azzurro e dalla carne di foca, incorrono con bassa frequenza in malattie cardiovascolari (CVD).



Struttura di n-3 PUFA (Mozaffarian & Wu, 2011)

All'epoca, questa osservazione si scontrava con l'associazione percepita tra grassi alimentari e CVD.

Le malattie cardiovascolari, la principale causa di morte a livello globale, sono responsabili di oltre il 40% dei decessi per malattie non trasmissibili. Esistono prove evidenti che la sostituzione degli acidi grassi saturi (SFA) con una maggiore assunzione di PUFA è cardioprotettiva. In questa luce, gli acidi grassi polinsaturi a catena lunga provenienti da fonti ittiche includono EPA, DHA e acido docosapentaenoico (DPA) (22:5*n*-3), un metabolita PUFA a catena lunga *n*-3 dell'EPA precedentemente menzionato, perchè l'acido alfa-linolenico (ALA) (18:3*n*-3) è l'acido grasso *n*-3 di origine vegetale e la quota della sua conversione endogena in EPA, DHA e DPA è molto limitata. Infatti i livelli di EPA e DHA nei tessuti e circolanti derivano principalmente dal loro consumo alimentare diretto.

Gli effetti benefici dei PUFA *n*-3 di origine ittica, importanti nel ridurre il rischio di malattie vascolari, possono influenzare la riduzione del triacilglicerolo plasmatico e degli effetti antinfiammatori, della reattività piastrinica, della frequenza cardiaca e della disfunzione endoteliale.

Gli effetti biologici di *n*-3 PUFA variano: l'EPA potrebbe essere più importante nell'aterotrombosi, mentre il DHA probabilmente potrebbe essere importante per gli effetti antiaritmici. Meno si sa degli effetti biologici del DPA.

I risultati degli studi di follow-up hanno confermato che il PUFA *n*-3 dei prodotti ittici può essere associato a un minor rischio di infarto miocardico e ictus ischemico causato da aterosclerosi e da malattie delle arterie periferiche. Il contenuto di tessuto adiposo di *n*-PUFA ittico è considerato il biomarcatore standard dell'assunzione e del metabolismo di questi acidi grassi. I risultati di studi clinici supplementari hanno generalmente confermato effetti benefici moderati sugli endpoint cardiovascolari. Tuttavia, esistono dati conflittuali riguardo all'efficacia di *n*-3 LC-PUFA nel ridurre l'infarto del miocardio, l'aritmia, la morte cardiaca e improvvisa o l'ictus.

Una revisione sistematica dell'efficacia del consumo di pesce nel ridurre i fattori di rischio vascolare, inclusi colesterolo, trigliceridi, pressione sanguigna e fattori infiammatori, suggerisce che il consumo di pesce azzurro (che va da 20 g a 150 g al giorno) può portare a una diminuzione moderatamente significativa dei livelli plasmatici di trigliceridi e un aumento dei livelli di lipoproteine ad alta densità (HDL).

5.4.2. Sindrome metabolica e obesità

L'obesità è considerata un disturbo metabolico e la sua prevalenza nei paesi sviluppati è aumentata notevolmente negli ultimi due decenni. L'infiammazione è considerata un fattore importante nello sviluppo di disturbi metabolici correlati all'obesità. Questa è collegata a un rischio più elevato di sviluppare morbidità croniche, come insulino-resistenza, ipertensione e dislipidemia, che sono i principali elementi della sindrome

metabolica. Data l'efficacia di *n*-3 LC-PUFA nel ridurre i livelli di trigliceridi plasmatici, una loro elevata assunzione potrebbe migliorare alcune caratteristiche della sindrome metabolica associata all'obesità precedentemente menzionata. Il termine "sindrome metabolica" (MetS), tradizionalmente noto anche come sindrome da insulino-resistenza o sindrome X, viene utilizzato per descrivere un gruppo di diversi fattori correlati che aumenta direttamente il rischio di diabete mellito di tipo 2 e CVD. La sindrome metabolica è caratterizzata dalla presenza di almeno tre dei seguenti fattori di rischio: ipertrigliceridemia, obesità addominale, aumento della pressione sanguigna, concentrazione di colesterolo, diminuzione delle lipoproteine ad alta densità e livello elevato di glucosio a digiuno. Questa sindrome influisce in modo significativo sulla salute pubblica aumentando il rischio di morbilità e mortalità. È stato suggerito che la MetS sia associata a un rischio doppio di CVD e ad un aumento fino a cinque volte del rischio di diabete mellito di tipo 2. I dati suggeriscono che circa un terzo degli adulti nei paesi sviluppati soffre di questa sindrome. L'esatta eziologia di MetS deve ancora essere completamente spiegata. Tuttavia, molti studi trasversali o longitudinali suggeriscono che la MetS è fortemente associata a resistenza all'insulina, infiammazione da stress ossidativo, disfunzione endoteliale e rischio di malattie cardiovascolari.

Oltre all'apporto calorico, i biomarcatori della MetS sono influenzati da diversi componenti alimentari con interazioni multiple e biodisponibilità variabile, tra cui grassi, acidi grassi *n*-3 del pesce, proteine e alcune vitamine (D, E, C). I risultati di studi trasversali e di follow-up suggeriscono che il consumo di pesce può avere un ruolo preventivo nello sviluppo della MetS e potrebbe migliorare la salute metabolica. Le prove suggeriscono che gli effetti protettivi del consumo di pesce non sono legati solo al pesce grasso solitamente menzionato, ma che il consumo di pesce magro potrebbe anche contribuire in modo significativo a un minor rischio di MetS. Diversi studi hanno confermato un calo della prevalenza di MetS dopo il consumo di pesce bianco magro, a causa della perdita di peso, della ridotta circonferenza della vita e della pressione sanguigna. Inoltre, il consumo di una porzione a settimana di pesce magro è stato associato a una diminuzione dei trigliceridi e a un aumento dei livelli di HDL delle lipoproteine ad alta densità. Gli effetti del consumo di pesce magro sono stati anche correlati all'età e al sesso. Gli studi hanno confermato effetti più positivi sui consumatori più anziani (60-70 anni) e gli uomini traggono maggiori benefici rispetto alle donne. Per ottenere l'effetto di diminuire il rischio di sindrome metabolica, è necessario incrementare il consumo di porzioni di pesce a settimana.

5.4.3. Cancro

Studi epidemiologici hanno confermato un minor tasso di incidenza di cancro nelle popolazioni che vivono in regioni con un consumo tradizionalmente elevato di olio di pesce ricco di acidi grassi *n*-3. Gli acidi grassi polinsaturi della classe *n*-3 sono considerati agenti antiproliferativi e/o induttori di apoptosi per le cellule cancerose. Possono

avere effetti anti-cancro su vari meccanismi coinvolti nello sviluppo dello stesso. Tali effetti includono la modifica della composizione delle membrane cellulari e l'alterazione dell'attività delle proteine chiave, degli enzimi e dei fattori di trascrizione coinvolti nell'apoptosi. Alcuni degli effetti degli acidi grassi *n*-3 potrebbero non essere direttamente correlati alle molecole *in toto*, ma piuttosto ai loro metaboliti come eicosanoidi e perossidi lipidici. Inoltre, un rapporto *n*-3/*n*-6 favorevole con la predominanza di *n*-3 su *n*-6 potrebbe agire come un efficace adiuvante per la chemioterapia. A causa delle loro proprietà antinfiammatorie, gli acidi grassi *n*-3 potrebbero avere un effetto protettivo contro i tumori, che sono altamente correlati all'infiammazione come il cancro al fegato. Sono state trovate associazioni positive anche tra il consumo di pesce e i rischi di cancro gastrico e leucemia mieloide, mentre sono necessarie ulteriori ricerche per confermare la loro influenza su altri tumori. Un aumento di 20 g/die di consumo di pesce riduce il rischio di cancro gastrointestinale del 2%, cancro al fegato del 6% e cancro al cervello del 5%.

5.5. Funzione cognitive e salute mentale

Le proprietà antinfiammatorie degli acidi grassi *n*-3 potrebbero anche essere uno dei percorsi attraverso i quali possono avere un effetto sul miglioramento della salute mentale. Il consumo di quantità maggiori di DHA sembra ridurre il rischio di depressione, schizofrenia, disturbo bipolare e disturbi dell'umore. D'altra parte, è stato dimostrato che la perdita di DHA dalla membrana delle cellule nervose può causare disfunzioni del sistema nervoso centrale sotto forma di suscettibilità a stress, ansia, irritabilità, disturbi della memoria e delle funzioni cognitive, dislessia e tempi di reazione prolungati. Il DHA ha anche un ruolo importante nell'invecchiamento, definito sano, aiutando a prevenire la degenerazione maculare, il morbo di Alzheimer e altri disturbi cerebrali, migliorando la memoria e rafforzando la neuroprotezione in generale. Una combinazione EPA/DHA con un rapporto > 2 (EPA/DHA > 2) può essere considerata un trattamento efficace dei disturbi depressivi maggiori.

5.6. Raccomandazioni per il consumo di pesce

Nell'ambito di una dieta sana, la consueta raccomandazione prevede l'assunzione settimanale di almeno due porzioni di vari pesci (circa 240 g), inclusa una porzione di pesce azzurro. Questa assunzione fornirà un consumo medio di 250 mg di EPA + DHA, soprattutto quando i pesci sostituiscono il consumo di cibo "meno sano". L'Agenzia europea per la sicurezza alimentare ha consigliato 250 mg di EPA + DHA e i valori di riferimento per EPA + DHA (Dose giornaliera ammessa – RDI) sono in genere nell'intervallo 250-500 mg.

Literatura:

Bork, C.S., Mortensen, L.T., Hjelmgaard, K., Schmidt, E.B. (2020). Marine n-3 fatty acids and CVD: new insight from recent follow-up studies and clinical supplementation trials, *Proceeding of the Nutrition Society*, 1-7.

Cardoso, C., Afonso, C., Bandarra, N.M. (2016). Dietary DHA and health: cognitive function ageing, *Nutrition Research Reviews*, 29; 281-294.

Carlucci, D., Nocella, G., De Devitiis, B., Viscecchia, R., Bimbo, F., Nardone, G. (2015). Consumer purchasing behaviour towards fish and seafood products. Patterns and insights from a sample of international studies, *Appetite*, 84; 212-227.

EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA) (2010). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans-fatty acids, and cholesterol, *EFSA Journal*, 8 1461

FAOSTAT (2017). Food Balance Sheets: fish and seafood per capita supply in 2017; <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>

Jameel, F., Agarwal, P., Arshad, M., Serajuddin, M. (2019). Omega-3 polyunsaturated fatty acids of fish and their role in cancerous cell lines: A review of in vitro studies, *Fisheries&Aquatic Life*, 27; 47-63.

Jayedi, A., Shab-Bidar, S. (2020). Fish consumption and the risk of chronic disease: An umbrella review of the meta-analysis of prospective cohort studies, *Advanced Nutrition*, 00; 1-11.

Kim. Y.-S., Xun, P., He K (2015) Fish consumption, long-chain omega-3 polyunsaturated fatty acid intake and risk of metabolic syndrome: a Meta-analysis, *Nutrients*, 7; 2085-2100.

Li, N., Wu, X., Zhuang, W., Xia, L., Chen, Y., Wu, C., Rao, Z., Du, L., Zhao, R., Yi, M., Wan, Q., Zhou, Y. (2020). Fish consumption and multiple health outcomes: Umbrella review, *Trends in Food Science & Technology* – in press.

Lorente-Cebrià, S., Costa, A.G.V., Navas-Carretero, S., Zabala, M., Martinez, J.A., Moreno-Aliaga, M.J. (2013). Role of omega-3 fatty acids in obesity, metabolic syndrome, and cardiovascular diseases: a review of the evidence, *Journal of Physiological Biochemistry*, 69; 633-651.

Mori TA, Beilin LJ (2001). n-3 Fatty acids, blood lipids and cardiovascular risk reduction. *Current Opinion in Lipidology*, 12; 1211–1217.

Mozaffarian, D. & Wu, J.H.Y. (2011). Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease, *Journal of American College of Cardiology*, 58; 2047-2067.

Natto, Z.S., Yaghmoor, W., Alshaeri, H.K., VanDyke, T.E. (2019). Omega-3 fatty acids effects on inflammatory biomarkers and lipid profiles among diabetic and cardiovascular disease patients: A systematic review and meta-analysis, *Nature research*, 9; 18867.

Tørris, C., Molin, M. & Småstuen, M. (2017). Lean Fish Consumption Is Associated with Beneficial Changes in the Metabolic Syndrome Components: A 13-Year Follow-Up Study from the Norwegian Tromsø Study. *Nutrients* 9, E247(2017).

Tørris, C., Smastuen, M.C., Molin, M. (2018). Nutrients in fish and possible association with cardiovascular dose as risk factors in metabolic syndrome, *Nutrients*, 10; 952.



PARTNER

ENTI DI RICERCA

- LP** LP UNIVERSITÀ DI UDINE
Dipartimento di Scienze Agroalimentari, Ambientali e Animali (DI4A)
- 1** ISTITUTO VETERINARIO CROATO
- 2** UNIVERSITÀ DI TRIESTE
– Dipartimento di Scienze della Vita
- 3** ISTITUTO DI OCEANOGRAFIA E PESCA
- 4** ISTITUTO ZOOPROFILATICO SPERIMENTALE DELLE VENEZIE
- 5** UNIVERSITÀ DI FIUME
Facoltà di turismo e gestione dell’ospitalità
- 6** CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
tituto di chimica biomolecolare (ICB)

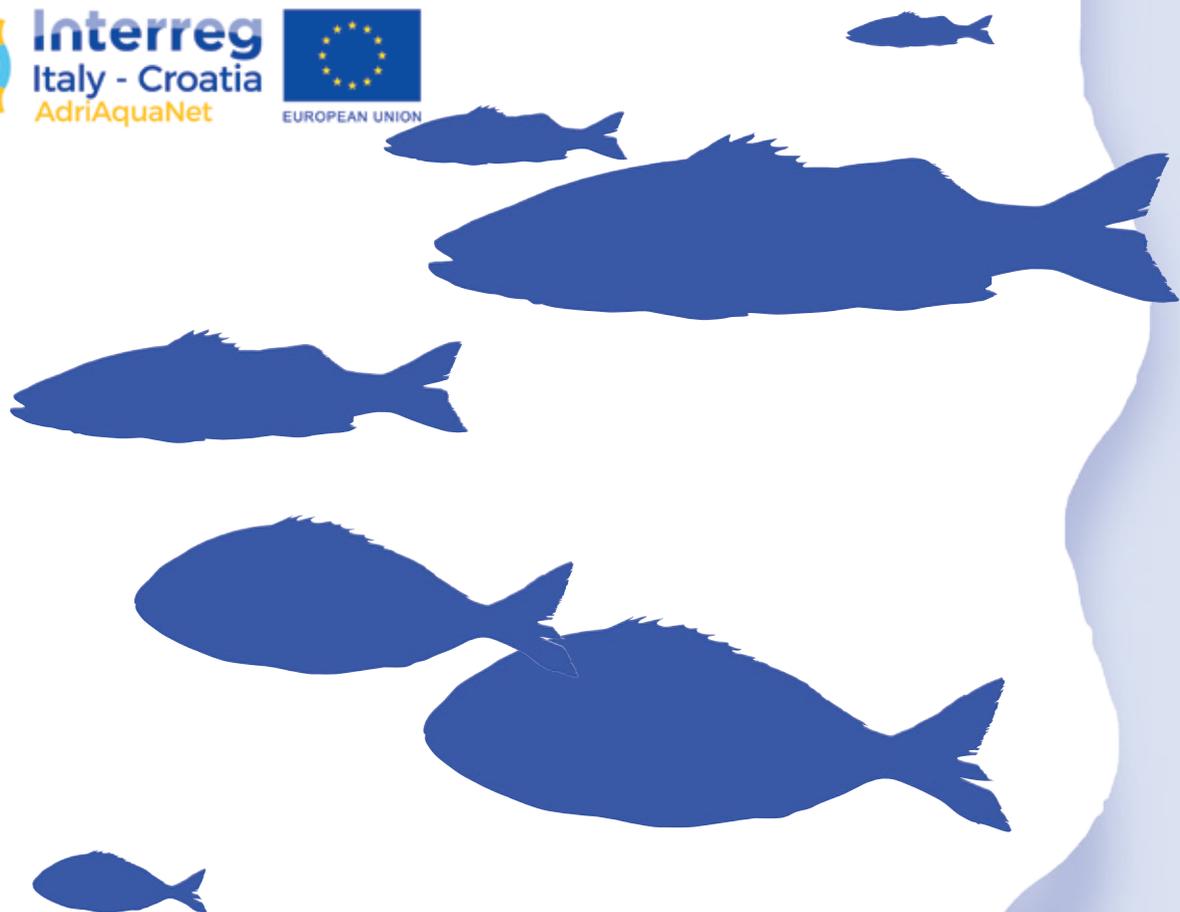
CONSORZIO

- 7** CLUSTER MARICOLTURA

PMI

- 8** FRIŠKINA S.r.l.
- 9** ITTICA CALDOLI S.a.r.l.- Poggio Imperiale
- 10** ORADA ADRIATIC S.r.l.
- 11** FRIULTROTA DI PIGHIN S.r.l.





La maricoltura adriatica fornisce prodotti ittici di alta qualità a livello locale mercati ma anche i mercati dei paesi limitrofi. Per garantire un ulteriore sviluppo economico di questo settore oltre alla sostenibilità ambientale e sociale, scienziati e produttori con entrambi sponde dell'Adriatico; Italia e Croazia hanno lanciato il progetto **“RAFFORZARE L’INNOVAZIONE E LA SOSTENIBILITÀ NELL’ACQUACOLTURA ADRIATICA” - ADRIAQUANET.**

IL CONSORZIO ADRIAQUANET è composto da scienziati di sette istituti di ricerca ente, quattro organizzazioni di produzione e associazioni di allevatori da Italia e Croazia. Le attività sono finanziate dal programma Interreg Italia-Croazia 2014-2020, fino a giugno 2022. Il coordinatore del consorzio è il prof. Marco Galeotti dell’Università di Udine, Italia.

HANNO DEFINITO CONGIUNTAMENTE TRE OBIETTIVI PRINCIPALI:

ALLEVAMENTO ITTICO: migliorare la piscicoltura introducendo innovazioni nella tecnologia alimentazione e smaltimento dei materiali di scarto.

SALUTE DEI PESCI: rafforzare la resistenza alle malattie con nuovi vaccini, probiotici e rimedi naturali. L'applicazione del principio del benessere dei pesci è strategica determinante nella prevenzione delle malattie.

MARKETING: valutazione della qualità del pesce allevato negli allevamenti con principi benefici in condizioni ecocompatibili basate sull'analisi igienica, sensoriale e parametri nutrizionali e la sua promozione come sviluppo e promozione di nuovi prodotti ittici che soddisferanno le esigenze del mercato

