

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

DOTTORATO DI RICERCA

Scienze della Nutrizione e degli Alimenti
Feed and Food Science

Ciclo XX

Settore scientifico disciplinare di afferenza: AGR/19

**Indagine sull'influenza di differenti sistemi
d'allevamento sui connotati nutrizionali,
tecnologici, sensoriali e di freschezza
dell'orata (*Sparus aurata*) allevata in Italia**

Presentata da: Dott. Paolo Fagioli

Coordinatore Dottorato:

Prof. Giuliano Zaghini

Relatore:

Prof. Pier Paolo Gatta

Esame finale anno 2008

“Nullum esse librum tam malum ut non aliqua parte prodesset”

Plinio il Vecchio (*Epistulae* 3,5,10)

*“Pesce Veloce del Baltico
dice il menù che contorno han
torta di mais e poi servono
polenta e baccalà
cucina povera e umile
fatta d’ingenuità
caduta nel gorgo perfido
della celebrità”*

Paolo Conte (*Novecento*)

INDICE

<i>INTRODUZIONE</i>	1
---------------------	---

CAPITOLO I – STATO DELL’ARTE

1. L’orata	5
1.1 Classificazione	5
1.2 Morfologia	5
1.3 Distribuzione geografica	6
1.4 Riproduzione	7
1.5 Pesca	8
2. Le produzioni dell’orata in acquacoltura	9
2.1 Stato delle produzioni	9
2.2 Tendenza delle produzioni	12
3. Tipologie d’allevamento dell’orata	13
3.1 L’allevamento intensivo	15
3.2 L’allevamento semi-intensivo	17
3.3 L’allevamento estensivo	18
3.4 Diffusione italiana ed europea dei sistemi di produzione	20

CAPITOLO II – SEZIONE COMPILATIVA

4. Aspetto esterno ed analisi colorimetrica	24
5. Elementi nutrizionali	27
5.1 Composizione centesimale e valore energetico	27
5.2 Composizione acidica qualitativa dei lipidi muscolari	36
5.3 Macro e microelementi	47

6. La cottura del pesce, rese e ritenzione dei nutrienti	50
6.1 Metodi di cottura	50
6.2 Rese	58
6.3 Ritenzione dei nutrienti	59
7. Freschezza	61
7.1 Rilevazioni sensoriali	63
7.1.1 <i>Schema UE- Metodo comunitario</i>	63
7.1.2 <i>QIM (Quality Index Method)</i>	65
7.2 Rilevazioni fisiche	69
7.2.1 <i>Torrymeter</i>	69
7.2.2 <i>pH</i>	72
7.2.3 <i>WHC (Water Holding Capacity)</i>	73
7.3 Rilevazioni chimiche	75
7.3.1 <i>Cataboliti dell'ATP</i>	75
8. Resistenza lipidi intramuscolari allo stoccaggio congelato	79
8.1 Acidi grassi liberi	83
8.2 Perossidi	84
8.3 TBA	84
9. Analisi sensoriale	87
9.1 Metodi discriminanti o della differenza fra prodotti	88
9.2 Metodi descrittivi	89

CAPITOLO III – SEZIONE SPERIMENTALE

<i>SCOPO DELLA RICERCA</i>	103
MATERIALI & METODI	105
10. Modalità di allevamento	105
10.1 Intensivo	105
10.1.1 <i>Ambiente</i>	105
10.1.2 <i>Pesci</i>	106
10.1.3 <i>Modalità di alimentazione e pesca</i>	107

10.2 Valle	107
10.2.1 Ambiente	107
10.2.2 Pesci	108
10.2.3 Modalità di alimentazione e pesca	108
10.3 Gabbie galleggianti	110
10.3.1 Ambiente	110
10.3.2 Pesci	110
10.3.3 Modalità di alimentazione e pesca	110
11. Analisi colorimetrica	112
12. Preparazione del campione	114
12.1 Ottenimento della porzione edule cruda	114
13. Cottura e rese	117
13.1 Cottura in padella antiaderente (<i>pan-frying</i>)	117
13.2 Cottura al cartoccio	118
13.3 Rese	120
14. Analisi chimiche nutrizionali	121
14.1 Determinazione di umidità, proteine e ceneri	121
14.2 Determinazione dei lipidi	122
14.3 Determinazione della composizione acidica	122
14.4 Indici di qualità dei lipidi	124
14.5 Determinazione del tenore in macro e microelementi	125
14.6 Ritenzione dei nutrienti	126
15. Freschezza	127
15.1 Rilevazioni sensoriali	127
15.1.1 Schema UE	127
15.1.2 QIM	127
15.2 Rilevazioni fisiche	131
15.2.1 Torrymeter	131
15.2.2 pH	131
15.2.3 WHC	132
15.1 Rilevazioni chimiche	133
15.3.1 Cataboliti ATP	133

16. Resistenza lipidi intramuscolari allo stoccaggio congelato	134
16.1 Acidi grassi liberi	134
16.2 Perossidi	135
16.3 TBA	136
17. Analisi sensoriale	138
17.1 Preparazione del campione e cottura	138
17.2 Locali	139
17.3 Sedute di valutazione	140
18. Analisi statistica	144
RISULTATI & DISCUSSIONI	145
19. Aspetto esterno ed analisi colorimetrica	145
20. Rese	151
20.1 Rese di macellazione	151
20.2 Rese di cottura	152
21. Elementi nutrizionali	153
21.1 Composizione centesimale	153
21.1.1 <i>Crudo</i>	153
21.1.2 <i>Cotto</i>	155
21.1.3 <i>Ritenzione vera composizione centesimale</i>	156
21.2 Composizione acidica qualitativa dei lipidi muscolari	157
21.2.1 <i>Crudo</i>	157
21.2.2 <i>Cotto</i>	160
21.3 Composizione acidica quantitativa dei lipidi muscolari	162
21.3.1 <i>Cotto</i>	162
21.3.2 <i>Ritenzione vera acidi grassi</i>	164
21.3.3 <i>Indici di qualità dei lipidi</i>	165
21.4 Composizione in macro e microelementi	166
21.4.1 <i>Crudo</i>	166
21.4.2 <i>Cotto</i>	167
21.4.3 <i>Ritenzione vera macro e microelementi</i>	169

21.5 Copertura dei fabbisogni nutrizionali	170
22. Freschezza	173
22.1 Rilevazioni sensoriali	173
22.1.1 <i>Schema UE</i>	173
22.1.2 <i>QIM</i>	175
22.2 Rilevazioni fisiche	178
22.2.1 <i>Torryster</i>	178
22.2.2 <i>pH</i>	179
22.2.3 <i>WHC</i>	181
22.3 Rilevazioni chimiche	182
22.3.1 <i>Cataboliti ATP</i>	182
23. Resistenza lipidi intramuscolari allo stoccaggio congelato	184
23.1 Acidi grassi liberi	184
23.2 Perossidi	185
23.3 TBA	185
24. Analisi sensoriale	188
24.1 Test triangolare esteso	188
CONCLUSIONI E PROSPETTIVE	191
BIBLIOGRAFIA	193
<u>ALL. 1</u> MANUALE FOTOGRAFICO	211

INTRODUZIONE

L'acquacoltura ha conosciuto un notevole incremento nelle produzioni, in particolare nell'area mediterranea, nell'allevamento di specie considerate di maggior pregio rispetto ad altre, quali l'orata (*Sparus aurata*).

Le tecniche di allevamento utilizzate nell'acquacoltura italiana presentano caratteristiche peculiari che possono essere ricondotte a tre principali tipologie: allevamento intensivo, di valle ed in gabbie galleggianti.

Tale diversità di conduzione può esercitare la propria influenza sulla qualità finale del prodotto ittico. A questo si aggiunga una certa diffidenza da parte del consumatore nei confronti del pesce allevato, alimentata spesso da una scarsa conoscenza della derrata ittica e da un certo "mito del pesce di cattura".

É infatti insito nella mente del comune consumatore un ragionamento che lo porta a distinguere un pesce allevato da uno pescato sotto diversi punti di vista, a prediligere il pescato e, nell'ambito dell'allevato, a vedere in certi tipi di allevamento, come avviene nel caso di quello estensivo, forme maggiormente "naturali" o "biologiche" rispetto ad altre.

L'obiettivo di questo elaborato è quello di proporre un contributo in risposta a quale tipologia di allevamento produce il prodotto migliore. Nella civiltà occidentale, risolti i problemi alimentari di ordine quantitativo, si è sempre più focalizzata l'attenzione sulla qualità dei prodotti ittici.

La semplice ricerca di una definizione adeguata per la descrizione del concetto di qualità ha destato un forte interesse nella comunità scientifica. Una definizione molto lineare è quella del Vocabolario della Lingua Italiana Devoto-Oli che definisce il termine come "*Nozione alla quale sono ricondotti gli aspetti della realtà suscettibili di classificazione o di giudizio*".

In letteratura si trova una quantità notevole di definizioni che hanno l'obiettivo di riassumere, in maniera più sintetica e completa possibile, il significato proprio del termine.

Tabella 1. Definizioni di qualità (8)

Definizione
– La qualità è il grado con cui un prodotto soddisfa le esigenze ed i bisogni del consumatore
– Il grado con cui le aspettative del consumatore per la salubrità, l'integrità e la freschezza del prodotti ittici sono soddisfatte
– Tutti quegli attributi che consciamente o inconsciamente un consumatore di pesce considera che dovrebbero essere soddisfatti
– Il complesso di attributi e proprietà del prodotto che ne influenzano l'accettabilità agli occhi dell'acquirente o del consumatore
– Per molte persone è l'integrazione dei fattori biologici che determinano la sicurezza ed i valori nutrizionali e dei fattori fisici (come l'uniformità di peso e taglia, colore ed alterazioni superficiali) all'interno di una scala di valori
– Le caratteristiche che attribuiscono ad un servizio o ad un prodotto la capacità di soddisfare sicuramente le esigenze minime e le aspettative del consumatore o dell'acquirente
– Uno standard estetico per un certo prodotto di solito adottato da utilizzatori esperti
– Qualità significa attinenza ai requisiti
– La qualità sensoriale è quel complesso di caratteristiche, compreso l'aspetto, l'aroma, il sapore e la consistenza che è massimamente accettato da uno specifico gruppo di consumatori, che sono consumatori regolari di quella categoria di prodotti, o quelli che, in una definizione più chiara, costituiscono il target di mercato
– Qualità vuol dire compiacere il consumatore, non solo proteggerlo dai fastidi
– É la combinazione degli attributi e delle caratteristiche di un prodotto che hanno importanza nella determinazione del livello di accettabilità da parte del consumatore
– La qualità è il livello di eccellenza o di appropriatezza ad uno scopo
– La qualità è la somma di quegli attributi che governano l'accettabilità per l'acquirente od il consumatore

Si potrebbe tentare di riassumere che un prodotto di qualità “è *come deve essere*”, cioè quali attributi deve possedere (anche in accordo con le radici etimologiche del vocabolo, dal latino *qualis*, cioè “quale”) saranno attribuiti da ciascun individuo, sia esso un consumatore, un allevatore o un ricercatore in base alle proprie convinzioni, conoscenze e/o aspettative.

In questo elaborato si tenterà di dare una risposta obiettiva e lineare a tale quesito.

In definitiva se la domanda che ci si pone è “da quale allevamento provenga l’orata migliore” si cercherà di tracciare un percorso, per quanto parziale, che possa portare alla soluzione ricercata.

CAPITOLO I – STATO DELL'ARTE

1. L'orata



Figura 1.1 L'orata (*Sparus aurata*)

1.1 Classificazione

- **Ordine:** Perciformi
- **Famiglia:** Sparidi
- **Genere:** *Sparus*
- **Specie:** *Sparus aurata*
- **Nome italiano:** Orata
- **Nome inglese:** *Gilthead seabream*

1.2 Morfologia

Presenta corpo di forma ovale, molto alto e compresso lateralmente. Il profilo della testa è convesso con occhi piccoli. La regione delle

guance è ricoperta da squame, mentre l'osso pre-opercolare risulta privo di squame.

La mandibola è più corta della mascella. Entrambe le fauci presentano denti canini (4-6) e molariformi, in 2-4 serie nella mascella ed in 3-4 serie nella mandibola.

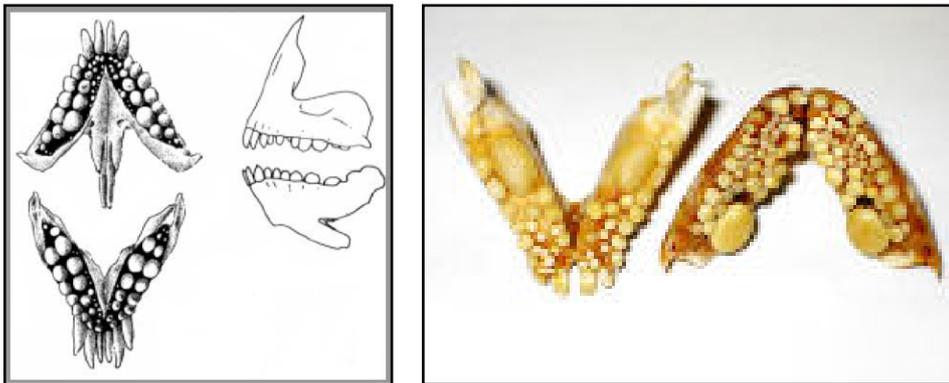


Figura 1.2 Apparato buccale

La pinna dorsale ha 11 raggi duri e 13-14 molli, quella anale ne ha 3 duri e 11-12 molli. Le pinne pettorali sono lunghe ed appuntite mentre le ventrali sono più corte. La pinna caudale ha lobi appuntiti.

Il colore dell'orata è grigio-argento con una grande macchia all'inizio della linea laterale che copre anche la parte superiore dell'osso opercolare. Una caratteristica banda nera e dorata si trova compresa fra gli occhi (non ben definita nei soggetti giovani), quella dorata è spesso più sottile nella parte centrale (56).

1.3 Distribuzione geografica

L'orata è comune nel Mediterraneo, è presente lungo le coste orientali dell'Atlantico dalla Gran Bretagna al Senegal, ed è rara nel Mar Nero. Per le sue abitudini eurialine ed euriterme, questa specie si ritrova sia in ambienti marini che salmastri (per esempio presso le lagune costiere e le aree d'estuario), in particolare durante la fase iniziale del suo ciclo vitale.

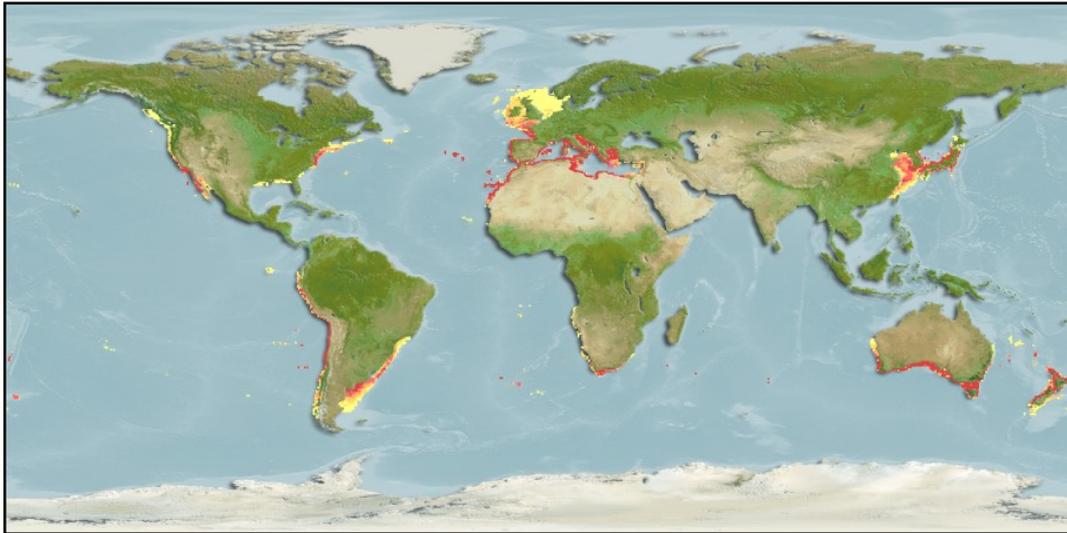


Figura 1.3 Distribuzione geografica di *Sparus aurata* (FISHBASE, 2008)

La nascita avviene in mare durante l'inverno, i giovanili migrano all'inizio della primavera verso acque costiere che offrono maggiore protezione, in cerca di cibo e di temperature più miti (migrazione trofica). Questa specie ittica risulta piuttosto sensibile alle basse temperature dell'acqua (il limite letale è attorno ai 4°C). Nel tardo autunno ritorna in mare aperto, dove gli adulti si riproducono.

Si può rinvenire su fondali rocciosi e con alghe ma, frequentemente, viene anche catturata su fondali sabbiosi. I giovani pesci rimangono a basse profondità, mentre gli adulti possono arrivare in acque più profonde, al massimo 150 metri (56).

1.4 Riproduzione

L'orata è un ermafrodita proterandro con un periodo riproduttivo che va da ottobre a dicembre. L'orata è quindi un maschio funzionale nei primi 2 anni di vita e quando supera la taglia di circa 30 centimetri diventa femmina. Dopo la deposizione le uova, sferiche e trasparenti, presentano un diametro leggermente inferiore al millimetro ed una grande e singola goccia d'olio (56).

1.5 Pesca

L'orata viene pescata con attrezzature tradizionali e sportive, ed a volte con sistemi semi-professionali (Spagna, Sicilia, Egitto, Cipro), reti a strascico, reti da posta e con i palangari ed altri sistemi comunemente utilizzati (56).

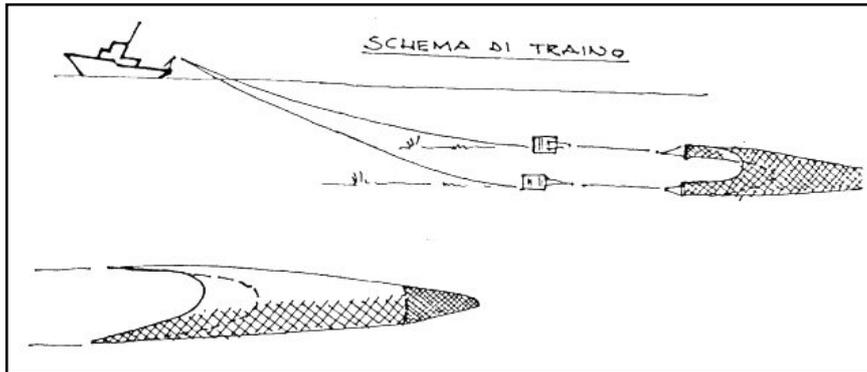


Fig. 1.4 Illustrazione di pesca a strascico (FEDERCOOPESCA, 2008)

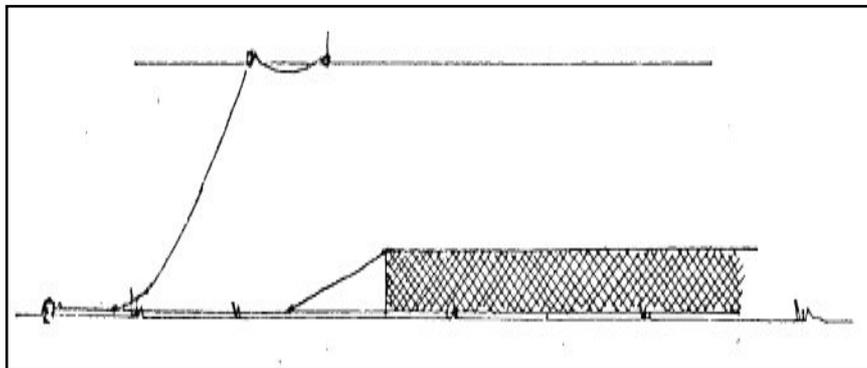


Fig. 1.5 Illustrazione di pesca con reti da posta (FEDERCOOPESCA, 2008)

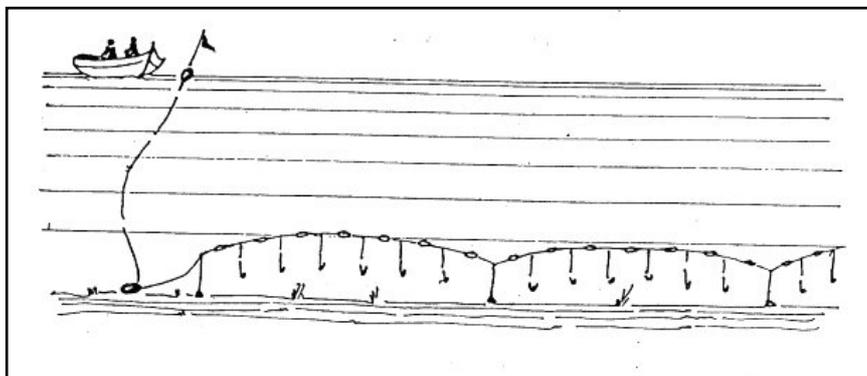


Fig. 1.6 Illustrazione di pesca con palangari (FEDERCOOPESCA, 2008)

2. Le produzioni dell'orata in acquacoltura

2.1 Stato delle produzioni

Il mercato principale per questa specie ittica risulta localizzato a livello dell'area del Mediterraneo, dove insieme al branzino (*Dicentrarchus labrax*), vanta una grande tradizione sia di pesca, sia culinaria.



Fig. 2.1 Paesi maggiori produttori di orata (FAO, 2008)

Si può affermare che la maggior parte delle produzioni è da ricondurre all'area mediterranea, con la Grecia (49 %) che dal 2002 è divenuta velocemente il maggior produttore. Gli altri grandi produttori sono rappresentati dalla Turchia (15 %), Spagna (14 %) ed Italia (6 %). Altri buoni produttori sono Croazia, Cipro, Egitto, Francia, Malta, Marocco, Portogallo e Tunisia. Sono presenti allevamenti anche nel Mar Rosso, nel Golfo Persico ed in Arabia. In quest'area geografica il maggior produttore risulta essere Israele (3 % della produzione totale nel 2002); il Kuwait e l'Oman rappresentano produttori minori.

L'Italia viene prima, seguita da Spagna e Francia, per quanto riguarda la stabilità e l'ampiezza del mercato. In Italia le importazioni sono

cresciute dalle 2.500 t del 1996 alle 12.700 t del 2004. L'orata risulta meno diffusa rispetto al branzino: in Paesi come Germania, Olanda e Regno Unito viene difatti percepita come specie "esotica".

La tabella seguente illustra le produzioni di orata a livello europeo dal 1997 al 2005:

Tabella 2.1 Produzione di orata da acquacoltura (t)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Croazia	40	595	450	800	940	700	610	700	1000
Cipro	769	827	986	1384	1278	1266	1182	1356	1465
Egitto	2252	3682	2733	8862	1053	1662	2424	2465	4398
Francia	1312	1500	1193	1180	1643	1361	1139	1379	1778
Grecia	18035	21951	32837	38587	40694	37944	44118	37394	43829
Italia	3900	5500	5700	6000	7800	4959	9000	5845	6914
Malta	1080	1870	1922	1512	1039	1066	794	743	540
Portogallo	742	1221	1351	1815	1762	1855	1449	1685	1514
Spagna	3969	4933	6117	8242	9382	9735	12317	14009	12908
Tunisia	232	280	25	409	448	353	528	678	576
Turchia	7500	10150	11000	15460	12939	11681	16735	20435	28334

(RIELABORATA DA FAO, 2008)

Nel seguente grafico è invece rappresentato l'andamento delle produzioni a livello globale ed a livello europeo dal 2000 al 2005 espresso in migliaia di tonnellate (Mt).

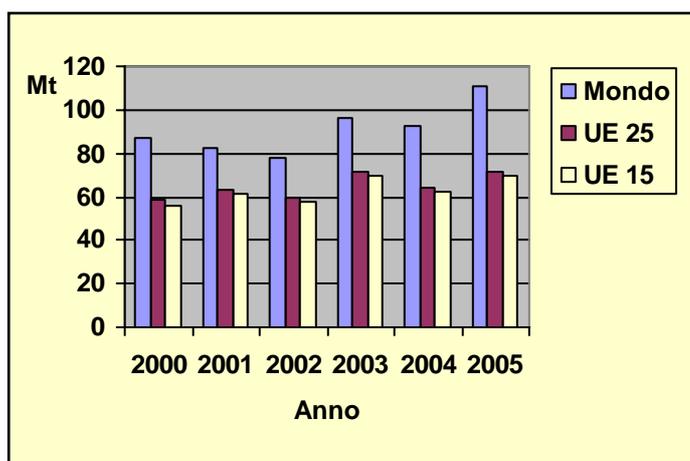


Figura 2.1 Produzione di orata da acquacoltura (Mt)

Nel grafico successivo si può invece apprezzare, nell'ambito della realtà italiana, l'andamento dei seguenti parametri:

- importazioni;
- esportazioni;
- consumi domestici;

nel periodo 2000-2006 e sempre espresso in migliaia di tonnellate (Mt).

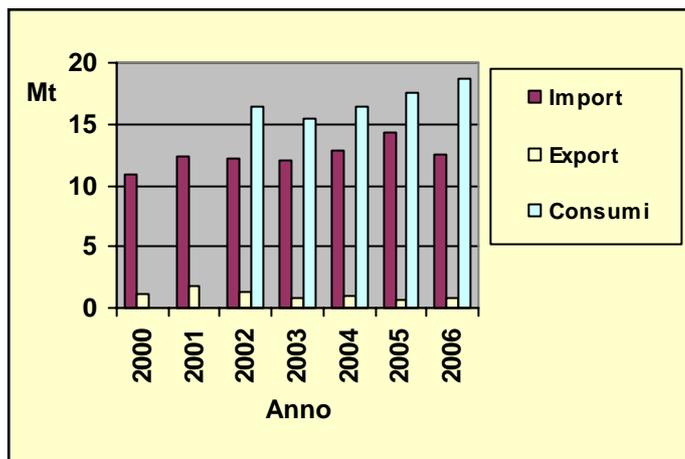


Figura 2.2 Situazione italiana produzioni, mercato e consumi di orata (Mt)

(ISMEA, 2008)

Si può osservare come un aumento dei consumi sia stato soddisfatto attraverso maggiori importazioni, ricordiamo infatti che la produzione nazionale non copre la richiesta della popolazione.

Come nel caso del branzino, gli allevamenti di orate nel bacino del Mediterraneo stanno attraversando un periodo di cambiamento da un'industria con alti margini e bassi volumi ad una con bassi margini e volumi elevati. Il rapido sviluppo delle gabbie galleggianti ha portato ad una diminuzione dei prezzi; i prezzi all'ingrosso per entrambe le specie sono diminuiti approssimativamente del 60 % dal 1990 al 2000 e risultano ancora in discesa.

Fino al 1998, nonostante tale diminuzione, i prezzi risultavano ancora sufficienti ad interessare gli investitori ed a garantire un profitto ragionevole per gli allevatori. Si può però affermare che dal 2000 al 2003 il prezzo dell'orata abbia subito un vero e proprio collasso;

attualmente il prezzo sui mercati europei fluttua attorno a 5.50 €/kg per la taglia 350 g. A simili livelli risulta veramente difficile per un allevatore avere dei profitti.

Si è cercato e si cerca di risolvere tale condizione di mercato con strategie che prevedano o la produzione di un maggior numero di pesci riducendo i costi di produzione o, alternativamente, piccoli sistemi di produzione che possano incrementare il valore del prodotto attraverso piccoli quantitativi d'elevata qualità (come nel caso del pesce biologico) o attraverso la produzione di pesce di taglia non convenzionale, da destinare alla lavorazione (sfilettatura) (FAO, 2008). Gli elevati livelli di concorrenza legati all'importazione soprattutto dalla Grecia di pesci di taglia piccola (B: 200-300 g), hanno indotto una serie di compagnie a diversificare la taglia commerciale con un ampio apprezzamento per le categorie intermedie (A: 300-400 g; AA: 400-600 g) e per quelle grandi (AAA: 600-800 g; G o E > 800 g) (70).

Tabella 2.2 Prezzo di diverse tipologie di orate

Tipologia di prodotto	Prezzo prevalente (€)
<i>ORATA 300-400 g, fresco refrigerato</i>	6,60
<i>ORATA 400-600 g, fresco refrigerato</i>	7,40
<i>ORATA 600-800 g, fresco refrigerato</i>	9,10
<i>ORATA oltre 800 g, fresco refrigerato</i>	10,60

[ISMEA, 2008](#)

2.2 Tendenza delle produzioni

Si può quindi affermare che il mercato convenzionale dell'orata ha raggiunto un punto di saturazione. Per la crescita futura, l'acquacoltura del Mediterraneo vede la necessità d'introdurre delle tecniche di mercato più moderne: risulta necessario sia penetrare in nuovi mercati che allargare quelli già esistenti. Anche il miglioramento dell'organizzazione dei mercati così come la

diversificazione delle produzioni potrebbe portare a consistenti benefici.

Per esempio, l'attività di esportazione dell'industria dell'acquacoltura greca è quasi totalmente indirizzata verso il mercato italiano. Dal 1994, un certo numero di esportatori ha tentato di penetrare in nuovi mercati. Il risultato di questi sforzi si è concretizzato in esportazioni verso il Regno Unito, la Germania e la Francia (20-22 % di nuovi mercati nel 1996 a confronto del 1994).

L'acquacoltura legata all'orata può quindi essere descritta come un settore non ancora pienamente maturo, ma che abbisogna ancora di sistemi di produzione più efficienti e di nuove tecnologie.

Infine, fattore sempre più percepito come importante dalla comunità, bisogna tenere in considerazione il potenziale impatto di aziende d'acquacoltura sulle aree costiere, come per esempio:

- posizione delle aziende e potenziale impatto del materiale organico, fosforo ed azoto che possono causare fenomeni di eutrofizzazione;
- accidentale introduzione di pesce in ambienti al di fuori dell'allevamento con una serie di ripercussioni negative, come, ad esempio, diluizione della genetica dello *stock* selvatico attraverso ibridazione, riduzione della fecondità dei selvatici e cambiamenti nella catena trofica;
- trasferimento di agenti patogeni fra selvatici ed allevati;
- introduzione di specie non-indigene in comunità ittiche locali (FAO, 2008).

3. Tipologie d'allevamento dell'orata

Una prima classificazione riguardo le differenti tipologie d'allevamento prevede una distinzione in: acquacoltura a tecnologia avanzata ed acquacoltura di tipo rurale. Nel primo caso ci si riferisce ad attività produttive imprenditoriali, dove sono applicate tecnologie avanzate ed il valore del prodotto è determinato totalmente dal mercato: è l'acquacoltura dei paesi industrializzati, che richiede importanti investimenti ed è quella cui ci riferiremo in questo elaborato.

La classificazione che tradizionalmente viene fatta nelle produzioni acquatiche tiene conto dell'ambiente o della specie allevata. Ad esempio in funzione del tipo d'ambiente d'allevamento si possono riconoscere:

- un'acquacoltura marina;
- un'acquacoltura continentale (o di acqua dolce), alle nostre latitudini suddivisibile in acquacoltura delle acque calde ed acquacoltura delle acque fredde.

Esiste inoltre una distinzione delle attività di acquacoltura in funzione delle specie allevate:

- acquacoltura: allevamento delle specie ittiche;
- molluschicoltura: allevamento dei molluschi (si può inoltre suddividere in mitilicoltura, ostricoltura e venericoltura);
- crostaceicoltura: cioè l'allevamento dei crostacei;
- alghicoltura: l'allevamento di alghe.

L'allevamento di più specie nello stesso ambiente è detto policoltura, mentre l'allevamento di una singola specie è detto monocoltura.

Un'altra classificazione tiene conto della destinazione del prodotto allevato: acquacoltura da ripopolamento, acquacoltura di specie ornamentali, acquacoltura per il consumo umano, ecc.

Il clima, così come la temperatura dell'acqua, sono parametri che influiscono fortemente sulla scelta della specie da allevare tanto da determinare il successo economico di un impianto.

In funzione della capacità di controllo di alcuni parametri ambientali ed in base anche al ruolo che l'uomo svolge nei confronti delle specie allevate, è possibile distinguere le seguenti pratiche produttive: allevamento intensivo, allevamento semi-intensivo ed allevamento estensivo (11).

3.1 L'allevamento intensivo

L'allevamento intensivo è caratterizzato da elevate densità di biomassa allevata per unità di superficie e volume. Tutto l'alimento è somministrato dall'esterno. Questo tipo di attività prevede il controllo ambientale per operare ad elevate densità di stoccaggio, da pochi ad oltre cento chilogrammi per metro cubo.

L'allevamento richiede approvvigionamenti idrici elevati ed appositi meccanismi di aerazione ed ossigenazione, allo scopo di garantire un valore ottimale d'ossigeno disciolto nell'acqua.

Gli impianti d'allevamento intensivo a terra occupano minori superfici rispetto agli estensivi ed ai semintensivi. Le vasche coprono superfici che variano da pochi a qualche migliaio di metri quadri e possono essere realizzate in terra, in PVC, in vetroresina od in cemento (11).



Figura 3.1 Vasche di allevamento intensivo

L'allevamento intensivo prevede una serie di fasi di produzione che vanno dall'allevamento larvale, al pre-ingrasso fino alla fase conclusiva di vero e proprio ingrasso. In particolare il pre-ingrasso e l'ingrasso delle orate possono essere effettuati in vasche rettangolari di dimensioni variabili (200-3000 m³) in relazione alla taglia del pesce ed alla domanda delle produzioni. La densità in vasca per le orate risulta essere molto elevata (da 15 fino a 45 kg/m³) ed è obbligatorio un massiccio ricorso all'immissione di ossigeno per consentire la vita del pesce. In condizioni ottimali (18-26°C di temperatura dell'acqua) il ciclo di produzione da 5 g fino a taglia commerciale di 350-400 g richiede circa 1 anno (FAO, 2008).

Nel caso dell'allevamento in mare, la struttura tipica dell'intensivo è rappresentata dalle gabbie, sia di tipo galleggiante, sia di tipo sommergibile in siti che risentono molto delle condizioni marine.



Figura 3.2 Gabbie galleggianti

Gli allevamenti in gabbia a mare sono semplici ed economici. Sebbene le densità (10-15 kg/m³) siano più basse rispetto alle vasche, sussistono una serie di vantaggi che rendono questa tipologia d'allevamento più conveniente. Ad esempio non ci sono costi per il pompaggio, per l'aerazione o per il trattamento delle acque. D'altro canto non è possibile esercitare un controllo sulla temperatura dell'acqua con la conseguenza di un maggior tempo di produzione o della necessità di seminare giovanili di taglia maggiore. Di media

giovanili di 10 g raggiungono la taglia commerciale di 350-400 g in circa 1 anno, mentre giovanili di 5 g raggiungono la stessa taglia in un periodo di circa 16 mesi (FAO, 2008).

3.2 L'allevamento semi- intensivo

L'acquacoltura semintensiva rappresenta una via di mezzo tra l'allevamento intensivo e quello estensivo. Richiede la somministrazione d'alimenti ma necessità di superfici maggiori di quelle impiegate nell'allevamento intensivo; queste possono essere costituite soprattutto da bacini in terra ma possono essere impiegate anche aree costiere confinate, lagune, laghi, dighe, ecc.

L'accrescimento degli animali dipende sia dalla disponibilità d'alimento naturale, sia da quello somministrato dall'uomo con la funzione di dieta integrativa. Questa pratica produttiva può prevedere la concimazione delle acque, che permette fioriture di zooplancton e di organismi bentonici, aumentando la disponibilità di alimento naturale per gli organismi allevati.

I fabbisogni idrici sono generalmente contenuti, i ricambi possono essere assicurati da derivazioni d'acqua per gravità o da pompaggio (11).

La produzione finale può variare ampiamente in relazione alla taglia di partenza degli avannotti ed alla quota di mangime somministrato. Le densità in questi sistemi solitamente non superano 1 kg/m^3 e la produzione può oscillare fra 500 e 2400 kg/ha/anno (FAO, 2008).

3.3 *L'allevamento estensivo*

Per acquacoltura estensiva s'intende qualsiasi forma d'allevamento che non richieda apporti di alimento supplementare per ottenere l'accrescimento del prodotto. In altre parole l'energia trofica necessaria è totalmente a carico dell'ambiente. Generalmente l'acquacoltura estensiva si caratterizza come un'attività che si svolge su grandi estensioni ed in ambienti naturali o seminaturali. L'acquacoltura in ambienti marini e salmastri può essere praticata in aree costiere e confinate ed in ambienti lagunari.

Le dimensioni delle aree d'allevamento estensive possono andare da alcune migliaia di metri quadrati a migliaia di ettari. Gli investimenti per unità di superficie sono contenuti ed esclusivamente finalizzati alle opere idrauliche come argini, canalizzazioni, dragaggi, chiuse, ecc.).

Agli animali allevati non viene somministrato alimento dall'esterno.

Le produzioni sono dell'ordine di chilogrammi per ettaro (11).



Figura 3.3 Tipico ambiente vallivo

Il sistema si fonda sulla migrazione naturale di specie eurialine, utilizzando delle tipiche trappole. Questa pratica rappresenta una fonte di giovanili selvatici estremamente limitata e di difficile quantificazione, così le moderne tecniche di allevamento estensivo prevedono la semina sia di soggetti sia selvatici, sia di allevamento.

Solitamente orate di 2-3 g vengono seminate nelle lagune in aprile-maggio. Con questo tipo di gestione le orate raggiungono la taglia di 350 g in circa 20 mesi e vengono di solito allevate in policoltura con cefalame, anguille e branzini. Nelle lagune del Mediterraneo settentrionale è necessario prevedere un periodo di sverno in zone a temperatura controllata (“peschiere”) sfruttando la stratificazione fra acque calde e dolci, al fine di preservare le orate che risentono maggiormente delle rigidità invernali.

Questo tipo di policoltura porta a produzioni totali attorno ai 30-150 kg/ha/anno in relazione alla produttività della laguna. Nelle valli italiane del Nord-Est la produzione di orate raggiunge 15-30 kg/ha/anno. Nelle aziende estensive le densità solitamente non superano gli 0,0025 kg/m³ (FAO, 2008).

3.4 Diffusione italiana ed europea dei sistemi di produzione

All'inizio degli anni ottanta le aziende di specie eurialine hanno vissuto una limitazione correlata ai problemi di riproduzione e gestione delle fasi larvali, ma verso la metà degli anni ottanta anche in Italia, tali problematiche sono state risolte con la conseguente elevata disponibilità di avannotti di buona qualità. Tale situazione ha portato il nostro paese a raggiungere produzioni pari a circa 120 milioni di avannotti nel 1998-1999. Nel 2006 le produzioni si sono stabilizzate attorno a 100 milioni.

Per quanto riguarda le trasformazioni avvenute nella scelta dei diversi sistemi di produzione, si può affermare che fino agli anni '80 la maggior parte delle produzioni proveniva da aziende a terra.

Successivamente con lo sviluppo di tecniche di maricoltura, dapprima con gabbie galleggianti in aree riparate e poi con gabbie sommergibili in mare aperto, il prodotto proveniente da allevamenti *off-shore* rappresentava più della metà della produzione italiana totale. Attualmente le aziende *off-shore* che producono orate e branzini lungo le coste italiane sono più di trenta, concentrate specialmente nelle regioni del centro-sud:

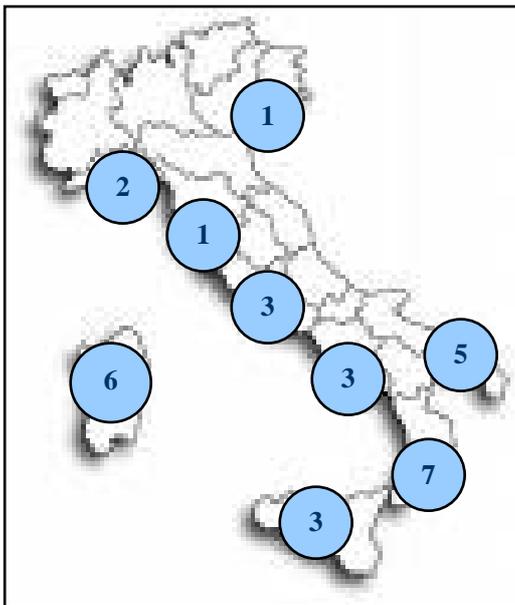


Fig. 3.4 Distribuzione numerica aziende *off shore* lungo le coste italiane (70)

Questa tipologia di aziende è caratterizzata da produzioni medio-basse con produzioni da 100-200 fino a 800-1000 t/anno. Ad eccezione di poche aziende la maggior parte utilizzano gabbie circolari di media grandezza, di circa 1000-2000 m³ con reti in polietilene.

La diffusione di tali allevamenti, in confronto alle aziende a terra dove l'energia ed il consumo di ossigeno influenzano negativamente il costo finale, è sostenuta dai bassi costi di produzione ed inizia ad essere conveniente nel momento in cui le tecnologie assicurano un livello di rischio inferiore e quando iniziano ad essere disponibili sul mercato giovanili di 5-6 g (70).

Da ultimo, in un quadro più generale, la situazione degli allevamenti di orate in ambito UE può essere schematizzata come riportato a seguire:

- intensivo:
 - *in vasche*: Italia, Portogallo, Spagna;
 - *in gabbie*: Francia (Mediterraneo), Grecia;
- semi-intensivo ed estensivo:
 - *vallicolture*: Italia;
 - *vallicoltura integrata*: Italia, Portogallo;
 - *vecchie saline*: Portogallo;
 - *saline riconvertite*: Portogallo;
 - *stagni salati*: Francia;
 - *lagune*: Grecia (68).

CAPITOLO II - SEZIONE COMPILATIVA

In questo capitolo saranno presi in considerazione tutti gli aspetti poi ripresi nell'ambito della prova sperimentale. È necessario premettere che per di ogni parametro si è cercato di raccogliere il materiale bibliografico disponibile a proposito dell'orata. Quindi per ciascun campo d'indagine si è cercato di utilizzare un taglio estremamente mirato al fine di focalizzare l'attenzione su quei risvolti considerati maggiormente adeguati al commento dei dati sperimentali ottenuti. Vista l'ampiezza degli argomenti trattati è stato scelto di non approfondire eccessivamente la parte teorico-didascalica, pur riconoscendone l'assoluta rilevanza.

Constatata poi l'abbondanza di lavori scientifici a proposito della composizione centesimale ed il forte interesse nei confronti della composizione qualitativa degli acidi grassi del pesce in generale, per questi due parametri si è scelto di presentare quanto rinvenuto in letteratura considerando sia il prodotto allevato secondo le diverse tipologie d'allevamento, sia il prodotto derivante dal segmento della pesca.

Naturalmente la suddivisione dell'elaborato in paragrafi è dovuta ad esigenze di tipo puramente espositivo essendo il concetto di qualità del pesce un concetto d'insieme.

Schematizzando si descriverà quindi quanto rinvenuto a proposito dell'aspetto esterno del pesce, del contenuto nutrizionale crudo e dopo cottura, della capacità del pesce di mantenere le proprie caratteristiche di freschezza con diversi tipi di conservazione ed infine delle sue proprietà sensoriali.

4. Aspetto esterno ed analisi colorimetrica

Fra i parametri sensoriali utilizzati dal consumatore per determinare la qualità del pesce, il colore e l'aspetto esterno giocano un ruolo estremamente importante. Il colore rappresenta spesso l'unico parametro che guida il consumatore nel decidere quale prodotto acquistare (35).

É necessario sottolineare che pesci selvatici ed allevati mostrano delle differenze esterne: tali differenze risultano essere di utilità al fine di distinguere fra le due tipologie di pesce e come parametro di qualità.

Per determinare i riferimenti colorimetrici dell'orata è comunque necessario considerare quanto descritto per gli animali selvatici e, a tal proposito, le caratteristiche maggiormente indicative sembrerebbero le seguenti:

- linea gialla a livello interorbitario;
- macchia scura all'inizio della linea laterale;
- colore verde-grigio sul dorso;
- colore che tende al biancastro verso l'area ventrale (18).

Delle differenze significative sono state anche apprezzate nell'odore esterno con un odore più gradevole in orate di cattura (29).

Flos e coll. (18) hanno dimostrato che orate allevate in maniera semi-intensiva presentano similitudini esterne molto marcate con i pesci selvatici rispetto a quelli allevati in maniera intensiva, che di contro mostrano una fisionomia più compatta. La forma del corpo e la presenza delle squame sembrano essere fortemente influenzate dalle tecniche di allevamento ed in particolare dalla densità e quindi dalla capacità di effettuare del movimento oltre che dalla strategia d'alimentazione (42). Oltre che dalla strategia di alimentazione, come ribadito nel lavoro di Hurtado e coll. (42), è stato anche osservato che la forma del corpo può risultare differente per orate allevate in diversi allevamenti con le stesse condizioni fino a taglia commerciale, situazione che indica un'influenza della genetica così come un impatto delle tecniche di gestione della fase larvale e post-larvale (51).

Anche la colorazione della pelle e del muscolo sono state spesso prese in considerazione. La colorazione della pelle in orata è stata spesso messa in correlazione alla presenza nell'alimentazione di una fonte di carotenoidi (25, 28).

D'altro canto la colorazione del muscolo non sembra essere influenzata dai carotenoidi presenti nella dieta (28). Infatti il colore del muscolo sembrerebbe strettamente correlato al tenore lipidico intramuscolare e all'aumentare del grasso si osserverebbe un colore del muscolo più chiaro (30)

In un lavoro di Grigorakis e coll. (29) si riporta come le differenze visibilmente apprezzabili risultino essere quelle presentate nella tabella seguente:

Tabella 4.1 Differenze esterne fra orate allevate e selvatiche (29)

	Orata di cattura	Orata d'allevamento (gabbie galleggianti)
Aspetto del corpo	Minor altezza del corpo; muso appuntito; più affusolata	Maggior altezza del corpo; muso più arrotondato e con lieve prognatismo
Colore	Aspetto più biancastro-scolorito; iridescenza specie-specifica (una banda gialla fra gli occhi ed una macchia rossa al lato della testa sull'opercolo)	Colore più scuro sul dorso e nella zona della testa; iridescenza specie-specifica più sfumata
Pelle	Pelle sottile	Pelle più dura e più spessa
Squame	Molte squame, relativamente facili da staccare	Poche squame, difficili da staccare
Denti	Molto sviluppati	Poco consumati, quasi di forma quadrata

Al fine di oggettivizzare le osservazioni sensoriali visive è possibile ricorrere a delle misurazioni strumentali: tali misurazioni prevedono l'utilizzo di un colorimetro. La colorimetria è la disciplina che si occupa di standardizzare la misurazione del colore attraverso lo studio dei modelli di colore. Il colore è una caratteristica psicofisica soggettiva, cioè esiste solo negli occhi e nel cervello dell'osservatore

umano; non essendo una caratteristica propria dell'oggetto sotto osservazione, si è sentita la necessità di trovare una o più grandezze che potessero renderlo misurabile in modo standardizzato, per poterlo classificare e riprodurre. Fra le varie misure disponibili, quelle maggiormente utilizzate nell'industria di lavorazione sono le coordinate cromatiche L^* , a^* e b^* che individuano in modo univoco il colore dell'oggetto nella sfera del colore.

Esse rappresentano:

- L^* luminosità: misura la quantità di luce riflessa e va dal **NERO** ($L^*= 0$) al **BIANCO** ($L^*= 100$);
- a^* : è la coordinata cromatica associata al **ROSSO** se positiva (da 0 a + 50), al **VERDE** se negativa (da 0 a – 50);
- b^* : è la coordinata cromatica associata al **GIALLO** se positiva (da 0 a + 50), al **BLU** se negativa (da 0 a – 50).

5. Elementi nutrizionali

5.1 Composizione centesimale e valore energetico

Un primo riferimento riguardo la composizione centesimale ed il valore energetico dell'orata d'allevamento e di cattura è descritto nella tabella sottostante reperita nella banca dati dell'Istituto Nazionale di Ricerca per gli Alimenti e la Nutrizione.

Tabella 5.1 Composizione centesimale di filetti d'orata selvatica e d'allevamento

	Umidità, g	Proteine, g	Lipidi, g	Energia, kcal/kj
Orata fresca d'allevamento, filetti	69,1	19,7	8,4	159/665
Orata fresca, filetti	73,2	20,7	3,8	121/505

(INRAN, 2008)

Evidente un più elevato tenore lipidico nelle orate d'allevamento che si traduce in un più alto valore energetico di queste ultime.

I dati nelle due tabelle seguenti raccolgono quanto reperito in letteratura a riguardo della composizione centesimale di *Sparus aurata*, per poter raffrontarli con quelli ottenuti nel corso della sperimentazione: in particolare una riguarda il pesce pescato (tabella 5.2) ed una il pesce allevato (tabella 5.3), tenendo in considerazione quei parametri che impattano maggiormente sulla composizione nutrizionale e sulla sua variabilità.

Tabella 5.2 Composizione centesimale e valore energetico di orata di cattura

Rif. (Anno)	Provenienza geografica	Periodo	N. Capi	Peso, g	Umidità, %	Proteine, %	Lipidi, %	Ceneri, %	Energia, kcal/100g
68 (1994)	Marocco	---	2	196/815	---	---	3,60	---	---
	Algeria	---	1		---	---		---	---
	Portogallo	---	5		---	---		---	---
	Tunisia	---	1		---	---		---	---
67 (2000)	Italia	Marzo	10	250/300	76,0	20,2	2,70	1,04	105
	(Costa laziale)	Maggio							
18 (2002)	Spagna	Primavera	10	337	76,5	21,2	0,92	1,39	93
29 (2002)	Grecia	Gennaio (14°C)	---	380	78,1	20,1	1,16	1,44	91
		Maggio (19°C)	---	502	79,9	19,5	0,85	1,47	85
30 (2003)	Grecia (Isola di Poros)	Gennaio	5	400	78,1	20,1	1,16	1,44	92
				400	74,5	20,2	3,72	1,42	114
61 (2003)	Italia (Laguna)	---	7	389	70,7	20,4	7,37	1,33	148
22 (2005)	Mediterraneo	---	19	241	77,6	20,4	0,70	1,30	88
63 (2005)	Turchia (Iskenderum Bay)	Novembre	3	113	75,9	19,8	1,88	1,28	96
		Febbraio	3		77,3	19,3	1,59	1,31	92
		Aprile	3		76,4	19,3	2,01	1,39	95
		Giugno	3		75,4	19,9	3,01	1,37	107
min				113	70,7	19,3	0,70	1,04	85
MAX				815	79,9	21,2	7,37	1,47	148

Tabella 5.3 Composizione centesimale e valore energetico di orata allevata

Rif. (Anno)	Provenienza geografica	Modalità di allevamento	Periodo/ Temperatura °C	Caratteristiche dieta			N. Capi	Peso, g	Composizione centesimale, %				Energia, kcal/100g
				Proteine, %	Lipidi, %	Razione, % p.v.			Umidità	Proteine	Lipidi	Ceneri	
68 <i>(1994)</i>	(varia)	(varia)	---	---	---	---	23	430/1080	---	---	5,90	---	---
3 <i>(1996)</i>	Italia	Intensivo Vasche 450 m ³	Settembre	49,0	20,0	0,6	4	500	69,9	21,3	6,81	1,56	146
59 <i>(1996)</i>	Trapani	Vallicoltura	Dicembre	---	---	---	---	400	73,2	20,7	3,78	1,37	117
		Intensivo			50,4	20,0	---	---	400	69,1	19,7	8,42	1,28
48 <i>(1997)</i>	Grecia	Gabbie	---	45,0	14,0	---	3	410	70,3	21,8	7,69	1,32	157
60 <i>(1998)</i>	Italia	Intensivo	---	---	---	---	---	300/350	68,5	19,6	9,46	1,34	163
		Estensivo	---	---	---	---	---	300/350	71,8	20,7	5,84	1,36	135
67 <i>(2000)</i>	Grecia	Gabbie	---	---	---	---	10	250/300	75,0	20,4	3,49	1,07	113
2 <i>(2001)</i>	Spagna	Intensivo	Novembre (19-22°C)	48,0	8,0	1,5	3	1100	72,3	---	9,36	---	---
			Giugno (19-22°C)	46,0	12,0	1,5	3		76,1	---	6,56	---	---
			Giugno (19-22°C)	46,0	12,0	1,5	3		76,2	---	5,63	---	---
1 <i>(2001)</i>	Grecia	Gabbie	Maggio	---	---	---	6	375	74,7	18,0	6,53	1,53	131

39 (2001)	Portogallo	Intensivo	---	---	---	---	6	515	73,5	21,1	3,00	1,40	111
29 (2002)	Grecia	Gabbie	Gennaio (14°C)	45,0	22,0	0,3	5	318	71,2	18,1	9,80	1,36	161
			Maggio (19°C)	45,0	22,0	0,7	5	320	74,7	18,0	6,53	1,53	131
			Agosto (19°C)	45,0	22,0	0,9	5	285	69,9	18,3	10,4	1,22	166
18 (2002)	Spagna	Vasche in fibra di vetro 40-60 kg/m ³	(24-26°C)	50,6	10,4	---	40	305	71,7	22,9	3,94	1,46	127
		Vasche in terra 1,5-3 kg/m ³	(9-26°C)	48,1	11,6	---	40	313	73,9	21,3	2,53	1,41	108
		Vasche in terra 0,5-0,8 kg/m ³	(3-32°C)	48,8	12,4	---	40	304	71,7	21,1	5,98	1,26	138
82 (2002)	Spagna	---	Marzo	---	---	---	6	320	72,2	21,1	6,01	1,57	138
		---	Giugno	---	---	---	6	318	70,8	22,4	4,16	1,53	127
61 (2003)	Orbetello e Venezia	Vallicoltura	---	---	---	---	7	389	70,7	20,4	7,37	1,33	148
		Intensivo	---	46,1	21,6	---	11	360	67,1	19,5	11,1	1,23	178
31 (2003)	Grecia	Gabbie galleggianti	Gennaio (14°C)	45,0	21,0	---	5	318	70,0	18,1	10,5	1,24	167
			Agosto (27°C)				5	311	71,1	18,1	9,80	1,36	161
30 (2003)	Grecia	Gabbie galleggianti		45,0	21,0	---	---	400	71,2	18,1	9,80	1,37	167
									400	69,6	20,0	8,93	1,38

41 (2004)	Spagna	Salina	---	---	---	---	6	301	71,3	20,9	6,20	1,40	137
23 (2004)	---	Luce naturale	(18,3-22,9°C)	---	---	---	10	500	69,8	21,6	6,02	1,64	141
		Fotoperiodo 16 h	(18,3-22,9°C)	---	---	---	10	500	70,9	21,3	5,74	1,56	137
		Luce continua	(18,3-22,9°C)	---	---	--	10	500	71,0	21,8	5,37	1,59	136
22 (2005)	Mediterraneo	---	---				46	274/354	72,6	23,3	2,60	1,50	117
33 (2005)	Grecia	Intensivo Vasche 4 m ³	Settembre	38	20	<i>ad lib</i>	12	348	69,4	20,7	9,36	1,32	167
				45	15	<i>ad lib</i>	12	337	69,5	19,2	9,39	1,33	161
				51	10	<i>ad lib</i>	12	349	68,8	20,7	9,64	1,28	170
86 (2005)	Grecia	Intensivo	---	---	---	---	14	303	70,0	20,7	7,55	---	151
44 (2005)	Spagna	Intensivo Vasche 600 L	(18°C)	47	21	---	5	99	73,7	21,0	5,00	---	129
			Calo graduale (18→8°C)	47	21	---	10	87	74,8	21,6	4,00	---	122
			Calo brusco (18→8°C)	47	21	---	10	89	74,8	21,2	4,10	---	122
83 (2006)	Spagna	Gabbie galleggianti	Settembre	---	---	---	5	502	70,0	22,2	9,02	1,15	170
			Novembre	---	---	---	5	505	71,5	21,8	6,87	1,26	149
			Maggio	---	---	---	5	458	75,8	20,9	3,37	1,40	114

84^a (2006)	Italia	---	---	---	---	---	5	273	68,6	18,8	11,1	1,26	175
69 (2006)	Italia	Superintensivo	---	43,4	16,0	---	6	327	74,9	21,7	2,70	1,40	111
		Intensivo	---				6	340	74,3	21,6	2,70	1,40	111
		Semintensivo	---				6	315	73,8	22,4	2,40	1,40	111
17^b (2007)	Portogallo	Salina in estuario	---	44,0	25,0	---	14	---	64,7	19,7	14,8	1,3	212
58 (2007)	Turchia	Gabbie galleggianti	Giugno/Luglio	---	---	---	12	285	63,5	19,8	15,1	1,35	215
77 (2007)	Spagna	Gabbie galleggianti	Febbraio (15°C)	53,3	23,1	---	15	279	75,7	19,7	3,40	1,40	109
			Aprile (18°C)	---	---	---	15	298	74,6	19,4	3,70	1,40	111
			Giugno (21°C)	---	---	---	15	274	76,6	19,2	2,50	1,40	99
			Agosto (24°C)	---	---	---	15	261	75,0	19,8	3,60	1,40	112
			Ottobre (20°C)	---	---	---	15	314	75,2	20,0	2,80	1,50	105
			Dicembre (16°C)	---	---	---	15	266	75,8	20,2	3,10	1,40	109
<i>min</i>								87	63,5	18,0	2,50	1,07	99
MAX								1080	76,6	23,3	15,1	1,59	216

^a Calcolato da filetto dorsale e ventrale e la rispettiva composizione percentuale

^b Calcolato da filetto anteriore e posteriore e la rispettiva composizione percentuale

In orate di taglia commerciale il muscolo scheletrico rappresenta il 34-48 % del peso corporeo (31, 84). La composizione del muscolo rappresenta un parametro qualitativo molto importante nel pesce fresco. Variazioni nella composizione del muscolo possono riflettersi in conseguenze sul mercato. Per esempio in quei pesci che non depositano il grasso nel muscolo (come il rombo, *Psetta maxima* che ha un contenuto di grasso nel muscolo $< 1\%$), ogni piccolo aumento, anche nell'ordine del 2 %, può alterare considerevolmente la qualità del prodotto, mentre modificazioni simili in pesci che tendono ad accumulare grasso nel muscolo, come per esempio i salmonidi, non alterano l'accettabilità del prodotto sui mercati (49). I lipidi nella parte edule del pesce sono importanti in quanto influenzano il sapore e la sensazione generale del prodotto cotto in bocca. Per esempio, l'aringa (*Clupea* spp.) determina al palato una sensazione succulenta ("succosa") quando ben nutrita e ricca in grasso, ma una sensazione secca e fibrosa se consumata nel periodo post-riproduttivo (49).

Dai dati in tabella 5.2 e 5.3 possiamo desumere che le orate allevate presentano nel filetto quantitativi di lipidi significativamente superiori, seppur con un *range* di valori molto ampio (2,50 - 15,1 %), in conseguenza del fatto che i dati riguardano pesci allevati con diversi sistemi d'allevamento, non sempre specificati negli articoli presi in esame.

Conseguentemente nei pesci d'allevamento si riscontra un tenore in umidità significativamente inferiore (63,5 - 76,6 %) rispetto a quelli d'origine selvatica (70,7 - 79,9 %), in ragione del rapporto di proporzionalità inversa sussistente tra i due parametri testè elencati (76) ed in accordo con quanto sperimentalmente dimostrato nel corso degli ultimi decenni da molteplici ricercatori nelle specie più svariate di interesse alimentare, ovvero sia nel salmone Atlantico nonché nel pagro, nel rombo e da ultimo, ma non certamente per ordine di importanza, nel branzino.

Il maggior contenuto di grasso negli esemplari in questione sembra essere dovuto con ogni probabilità non tanto al più elevato dispendio

di energia degli animali selvatici nei confronti di quelli allevati, dispendio di energia che la vita nel proprio habitat naturale inevitabilmente comporta (78), quanto piuttosto alla inferiore assunzione di energia dei primi nei riguardi di questi ultimi, dovuta al sempre più frequente impiego di diete ad altissimo valore nutrizionale poiché per l'appunto estremamente ricche in energia. È noto infatti ormai da tempo, grazie al contributo di numerosi Autori, quanto massicciamente razioni ad alto contenuto energetico, e soprattutto ad alto contenuto lipidico, favoriscano l'accumulo di tessuto adiposo in seno alla frazione edule ed in corrispondenza della lamina parietale e della superficie esterna degli organi della cavità celomatica in tutti o in quasi tutti gli animali di origine acquatica (34, 66), mentre il fattore del minor dispendio di energia pare influire in maniera decisamente più marcata sulla velocità di accrescimento dell'intero organismo condizionando negativamente l'indice di conversione degli alimenti quotidianamente somministrati o normalmente presenti in natura (78). Anche per quanto concerne il tenore proteico del filetto i dati nelle tabelle mostrano un valore superiore nelle orate allevate (18,0 - 23,3 %) nei riguardi di quello riscontrato negli esemplari di cattura (19,3 - 21,2 %). Questo risultato deve comunque essere ascritto non al differente metodo di produzione e pertanto al differente regime alimentare lungo l'intera durata della propria esistenza, quanto invece alla diversità di dimensione sussistente tra gli animali allevati e gli individui provenienti dal segmento della pesca, dal momento che il contenuto in proteine della quasi totalità delle specie di interesse zootecnico e/o commerciale risulta essere in massima parte determinato geneticamente e a parità di specie varia soprattutto in ragione della taglia e dell'età dei campioni oggetto di studio (15).

La relazione tra il livello di proteine ed il fattore ora citato è stata segnalata nel corso degli ultimi decenni da numerosi Autori ed in differenti specie, seppur con risultati complessivamente ed indiscutibilmente controversi. Ulteriori ricerche e studi sono

auspicabili se non necessari allo scopo di meglio comprendere il comportamento del rapporto tra i due parametri in questione (22).

La componente centesimale legata alle ceneri risulta essere più elevata nel pesce allevato (1,07 - 1,59 %) rispetto a quello di cattura (1,04 - 1,47).

La composizione centesimale di orate allevate estensivamente non differisce significativamente da quanto osservato in orate di cattura o da altri tipi d'allevamento. Differenze sono state descritte fra pesci allevati intensivamente ed altri allevati con altri sistemi (18).

5.2 Composizione acidica qualitativa dei lipidi muscolari

Nell'ambito della valutazione della qualità nutrizionale di un specie ittica la composizione acidica qualitativa dei lipidi muscolari rappresenta un parametro d'estremo interesse.

Basti pensare al ruolo protettivo esercitato dal consumo di pesce nei confronti della patologie cardio-coronariche che è stato ampiamente dimostrato ed attribuito alla presenza degli acidi grassi della serie *n-3* (65). È stato dimostrato il ruolo esercitato dagli acidi grassi polinsaturi della serie *n-3* (PUFA *n-3*), soprattutto nel caso dell'acido eicosapentaenoico (EPA, C20:5 *n-3*) e dell'acido docosaesaenoico (DHA, C22:6 *n-3*) nel ridurre quindi le patologie cardiache. Tale effetto benefico è stato attribuito ad una riduzione del rapporto *n-6/n-3* nei lipidi ematici dell'uomo ed a livello delle membrane cellulari, ed il consumo di pesci che presentano un elevato rapporto di questi acidi, è da tempo considerato benefico per la salute umana (36).

Bisogna però ricordare che il consumo di pesce con elevati livelli di acidi grassi *n-6* potrebbe aumentare la tendenza alla perossidazione dei lipidi nella parete delle arterie. Un aumento nel consumo di pesce in generale con lo scopo di aumentare l'apporto in acidi grassi *n-3* non rappresenta la giusta risposta, perchè potrebbe determinare una concomitante crescita di acidi grassi *n-6* specialmente in quei pesci con un rapporto *n-6/n-3* molto alto.

Nelle tabelle che seguono sono inseriti i dati estrapolati dagli articoli reperiti in letteratura, riguardanti la composizione acidica qualitativa (acidi grassi espressi in % degli esteri metilici degli acidi grassi - FAME) nell'orata.

Come per le tabelle riguardanti la composizione centesimale ed il valore energetico, vista l'ampia disponibilità di lavori in letteratura, si è scelto di dedicare una prima tabella alle orate di cattura mentre la successiva va a raccogliere dati riferiti ad orate provenienti da diverse forme di allevamento.

Tabella 5.4 Composizione in acidi grassi di orate di cattura (% FAME)

Rif.	67	29	61
(anno)	(2000)	(2002)	(2003)
	Italia	Grecia	Italia
C14:0	---	2,89	3,09
C16:0	---	23,62	22,39
C17:0	---	---	0,78
C18:0	---	7,21	7,68
C20:0	---	0,33	0,17
C22:0	---	---	---
C24:0	---	---	---
Σ SFA	30,29	34,49	34,88
C14:1 <i>n-5</i>	---	---	---
C16:1 <i>n-7</i>	---	6,91	8,10
C18:1 <i>n-7</i>	1,80	3,54	---
C18:1 <i>n-9</i>	30,70	16,06	28,52
C20:1 <i>n-9</i>	2,22	0,75	0,74
C22:1 <i>n-9</i>	---	---	0,25
C24:1 <i>n-9</i>	2,01	---	---
C22:1 <i>n-11</i>	4,98	0,24	0,66
Σ MUFA	49,06	27,51	41,81
C18:2 <i>n-6</i>	2,14	1,03	1,57
C18:3 <i>n-6</i>	---	nd	---
C20:2 <i>n-6</i>	---	0,13	0,33
C20:3 <i>n-6</i>	---	---	---
C20:4 <i>n-6</i>	---	5,85	2,52
C22:3 <i>n-6</i>	---	0,60	---
C22:4 <i>n-6</i>	---	0,32	---
C22:5 <i>n-6</i>	---	1,36	---
Σ PUFA <i>n-6</i>	2,14	9,3	4,42
C18:3 <i>n-3</i>	---	0,27	0,70
C18:4 <i>n-3</i>	0,62	---	0,61
C20:4 <i>n-3</i>	---	0,17	---
C20:5 <i>n-3</i>	5,40	6,96	5,02
C22:5 <i>n-3</i>	3,87	3,67	2,42
C22:6 <i>n-3</i>	8,47	17,61	3,31
Σ PUFA <i>n-3</i>	18,36	28,68	12,06
Σ PUFA	34,16	---	16,48
<i>n-6/n-3</i>	0,11	0,32	0,37
EPA/DHA	0,63	0,40	1,52

Rif. (anno)	63 (2005)			
	Turchia Autunno	Turchia Inverno	Turchia Primavera	Turchia Estate
C14:0	4,64	---	2,64	3,87
C16:0	16,87	15,73	20,82	16,48
C17:0	0,91	0,64	1,00	1,41
C18:0	3,32	4,24	6,42	6,26
C20:0	0,38	0,32	0,25	0,12
C22:0	0,19	0,03	0,21	0,07
C24:0	0,03	0,15	0,27	0,38
Σ SFA	27,43	22,25	32,72	32,17
C14:1 <i>n-5</i>	0,19	0,03	0,02	0,05
C16:1 <i>n-7</i>	6,22	6,47	7,71	7,55
C18:1 <i>n-7</i>	---	---	---	---
C18:1 <i>n-9</i>	---	---	---	---
C20:1 <i>n-9</i>	1,38	0,22	0,37	0,63
C22:1 <i>n-9</i>	---	---	---	---
C24:1 <i>n-9</i>	0,56	0,72	0,28	2,10
C22:1 <i>n-11</i>	---	---	---	---
Σ MUFA	28,48	28,39	28,48	26,07
C18:2 <i>n-6</i>	6,95	7,15	0,84	2,03
C18:3 <i>n-6</i>	0,12	0,15	0,11	0,26
C20:2 <i>n-6</i>	0,30	0,30	0,35	0,40
C20:3 <i>n-6</i>	---	---	---	---
C20:4 <i>n-6</i>	0,72	0,77	0,04	3,10
C22:3 <i>n-6</i>	---	---	---	---
C22:4 <i>n-6</i>	---	---	---	---
C22:5 <i>n-6</i>	---	---	---	---
Σ PUFA <i>n-6</i>	8,44	8,76	4,08	6,31
C18:3 <i>n-3</i>	1,26	0,78	0,41	0,45
C18:4 <i>n-3</i>	----	---	---	---
C20:4 <i>n-3</i>	---	---	---	---
C20:5 <i>n-3</i>	5,42	4,69	5,20	4,27
C22:5 <i>n-3</i>	---	---	---	---
C22:6 <i>n-3</i>	15,37	14,16	9,51	7,07
Σ PUFA <i>n-3</i>	22,17	19,81	15,32	12,08
Σ PUFA	30,61	28,57	19,4	18,39
<i>n-6/n-3</i>	0,38	0,44	0,27	0,52
EPA/DHA	0,35	0,33	0,54	0,60

Rif. (anno)	10	55 ^a	Range	
	(2005)	(2005)	min	MAX
	Mediterraneo	Tunisia		
C14:0	1,40	1,94	1,40	4,64
C16:0	21,13	19,40	15,73	23,62
C17:0	---	1,36	0,64	1,41
C18:0	6,88	7,49	3,32	7,68
C20:0	---	0,47	0,12	0,48
C22:0	---	0,92	0,03	1,24
C24:0	---	2,89	0,03	2,92
Σ SFA	29,41	34,46	22,25	34,88
C14:1 n-5	---	1,06	0,02	1,13
C16:1 n-7	4,58	5,11	4,58	8,10
C18:1 n-7	3,01	14,62	1,80	14,62
C18:1 n-9	12,42	4,52	4,45	30,70
C20:1 n-9	0,61	0,85	0,22	2,22
C22:1 n-9	---	0,52	0,25	0,63
C24:1 n-9	---	0,59	0,28	2,10
C22:1n-11	0,32	---	0,24	4,98
Σ MUFA	20,94	27,25	20,94	49,06
C18:2 n-6	1,22	3,05	0,84	7,15
C18:3 n-6	0,12	---	0,11	0,26
C20:2 n-6	0,37	0,65	0,13	0,68
C20:3 n-6	---	0,59	0,57	0,61
C20:4 n-6	7,00	11,89	0,04	11,95
C22:3 n-6	---	---	0,60	
C22:4 n-6	2,00	3,02	0,32	3,19
C22:5 n-6	---	---	1,36	
Σ PUFA n-6	10,71	19,23	2,14	19,23
C18:3 n-3	0,26	0,98	0,26	1,26
C18:4 n-3	0,30	---	0,30	0,62
C20:4 n-3	---	---	0,17	
C20:5 n-3	9,74	7,29	4,27	9,74
C22:5 n-3	5,26	1,69	1,68	5,26
C22:6 n-3	23,39	9,14	3,31	23,39
Σ PUFA n-3	38,95	19,08	12,06	38,95
Σ PUFA	49,66	38,27	16,48	49,66
n-6/n-3	0,27	1,01	0,27	1,01
EPA/DHA	0,42	0,89	0,33	1,52

^a media filetto ventrale e dorsale

Tabella 5.5 Composizione in acidi grassi di orate allevate (% FAME)

Rif. (anno)	3 (1996)		59 (1996)		67 (2000)	29 (2002)
	Italia Intensivo	Italia Intensivo	Italia Vallicoltura		Grecia Gabbie	Grecia Gabbie
C14:0	---	---	---	---	4,93	4,35
C16:0	---	---	---	---	18,98	19,05
C17:0	---	---	---	---	---	---
C18:0	---	---	---	---	3,97	4,05
C20:0	---	---	---	---	---	0,31
C22:0	---	---	---	---	---	---
C24:0	---	---	---	---	---	---
Σ SFA	23,5	25,33	26,00	26,00	27,88	28,15
C14:1 <i>n</i> -5	---	---	---	---	---	---
C16:1 <i>n</i> -7	---	---	---	---	7,50	4,24
C18:1 <i>n</i> -7	---	---	---	---	1,52	2,62
C18:1 <i>n</i> -9	---	---	---	---	24,10	25,21
C20:1 <i>n</i> -9	---	---	---	---	1,63	2,74
C22:1 <i>n</i> -9	---	---	---	---	---	---
C24:1 <i>n</i> -9	---	---	---	---	0,57	---
C22:1 <i>n</i> -11	---	---	---	---	2,63	2,34
Σ MUFA	34,7	27,33	36,55	36,55	37,96	37,15
C18:2 <i>n</i> -6	---	---	---	---	7,18	9,00
C18:3 <i>n</i> -6	---	---	---	---	---	1,74
C20:2 <i>n</i> -6	---	---	---	---	---	0,19
C20:3 <i>n</i> -6	---	---	---	---	---	---
C20:4 <i>n</i> -6	---	---	---	---	---	0,59
C22:3 <i>n</i> -6	---	---	---	---	---	0,19
C22:4 <i>n</i> -6	---	---	---	---	---	---
C22:5 <i>n</i> -6	---	---	---	---	---	0,15
Σ PUFA <i>n</i>-6	17,5	---	---	---	7,18	11,86
C18:3 <i>n</i> -3	---	---	---	---	---	1,39
C18:4 <i>n</i> -3	---	---	---	---	1,35	---
C20:4 <i>n</i> -3	---	---	---	---	---	0,78
C20:5 <i>n</i> -3	---	---	---	---	7,55	5,71
C22:5 <i>n</i> -3	---	---	---	---	3,63	2,30
C22:6 <i>n</i> -3	---	---	---	---	14,45	12,67
Σ PUFA <i>n</i>-3	24,2	---	---	---	26,98	22,84
Σ PUFA	41,7	35,58	29,13	29,13	20,50	34,70
<i>n</i>-6/<i>n</i>-3	0,72	---	---	---	0,27	0,52
EPA/DHA	---	---	---	---	0,52	0,45

Rif.	22	69	69	69	55^a
(anno)	(2005)	(2006)	(2006)	(2006)	(2007)
	Mediterraneo	Italia	Italia	Italia	Tunisia
		Superintensivo	Intensivo	Semi-intensivo	
C14:0	3,28	---	---	---	4,31
C16:0	21,36	---	---	---	15,73
C17:0	---	---	---	---	0,73
C18:0	5,20	---	---	---	3,82
C20:0	---	---	---	---	1,36
C22:0	---	---	---	---	3,26
C24:0	---	---	---	---	2,24
Σ SFA	29,84	22,50	24,00	18,39	31,43
C14:1 <i>n-5</i>	---	---	---	---	0,68
C16:1 <i>n-7</i>	4,89	---	---	---	5,25
C18:1 <i>n-7</i>	2,52	---	---	---	16,06
C18:1 <i>n-9</i>	17,57	---	---	---	2,76
C20:1 <i>n-9</i>	3,09	---	---	---	4,17
C22:1 <i>n-9</i>	---	---	---	---	0,26
C24:1 <i>n-9</i>	---	---	---	---	0,47
C22:1 <i>n-11</i>	2,04	---	---	---	---
Σ MUFA	30,12	32,70	32,00	34,00	29,64
C18:2 <i>n-6</i>	12,47	---	---	---	5,11
C18:3 <i>n-6</i>	0,03	---	---	---	---
C20:2 <i>n-6</i>	0,36	---	---	---	0,37
C20:3 <i>n-6</i>	---	---	---	---	0,42
C20:4 <i>n-6</i>	0,80	---	---	---	1,46
C22:3 <i>n-6</i>	---	---	---	---	---
C22:4 <i>n-6</i>	0,25	---	---	---	0,30
C22:5 <i>n-6</i>	---	---	---	---	---
Σ PUFA <i>n-6</i>	13,91	15,50	15,00	14,00	7,65
C18:3 <i>n-3</i>	1,55	---	---	---	1,37
C18:4 <i>n-3</i>	0,87	---	---	---	---
C20:4 <i>n-3</i>	---	---	---	---	---
C20:5 <i>n-3</i>	5,57	---	---	---	7,49
C22:5 <i>n-3</i>	2,57	---	---	---	0,49
C22:6 <i>n-3</i>	15,57	---	---	---	21,94
Σ PUFA <i>n-3</i>	26,12	26,80	26,80	34,90	31,26
Σ PUFA	40,04	44,00	42,90	45,80	38,91
<i>n-6/n-3</i>	0,53	0,58	0,56	0,40	0,25
EPA/DHA	0,36	---	---	---	0,35

Rif. (anno)	77 (2007)					
	Spagna Intensivo Febbraio	Spagna Intensivo Aprile	Spagna Intensivo Giugno	Spagna Intensivo Agosto	Spagna Intensivo Ottobre	Spagna Intensivo Dicembre
C14:0	0,10	0,10	0,60	1,20	1,10	0,80
C16:0	13,90	15,20	17,10	12,40	13,80	12,90
C17:0	0,90	0,50	0,50	0,30	0,10	0,10
C18:0	5,20	4,20	3,90	3,90	4,20	4,40
C20:0	---	---	---	---	---	---
C22:0	---	---	---	---	---	---
C24:0	---	---	---	---	---	---
Σ SFA	20,50	20,30	22,70	18,00	19,40	18,40
C14:1 n-5	---	---	---	---	---	---
C16:1 n-7	2,20	4,80	2,80	3,00	3,20	2,90
C18:1 n-7	1,80	1,30	0,50	2,30	2,10	2,00
C18:1 n-9	10,60	18,40	14,40	16,00	14,90	12,00
C20:1 n-9	1,20	2,20	1,80	3,30	3,50	2,90
C22:1 n-9	3,70	4,00	3,60	1,90	3,40	2,10
C24:1 n-9	---	---	---	---	---	---
C22:1n-11	---	---	---	---	---	---
Σ MUFA	19,40	30,70	23,00	27,60	27,10	21,90
C18:2 n-6	13,20	15,20	12,10	9,50	8,20	9,10
C18:3 n-6	---	---	---	---	---	---
C20:2 n-6	---	---	---	---	---	---
C20:3 n-6	---	---	---	---	---	---
C20:4 n-6	1,50	1,20	1,70	0,90	0,80	1,70
C22:3 n-6	---	---	---	---	---	---
C22:4 n-6	---	---	---	---	---	---
C22:5 n-6	---	---	---	---	---	---
Σ PUFA n-6	14,70	16,30	13,90	16,40	9,00	10,80
C18:3 n-3	1,00	2,00	1,00	1,60	0,80	0,90
C18:4 n-3	0,80	0,80	0,20	0,60	0,30	0,30
C20:4 n-3	0,70	0,60	0,30	0,60	1,30	0,90
C20:5 n-3	0,40	1,20	0,40	4,20	6,50	4,60
C22:5 n-3	2,00	2,90	2,60	2,30	1,60	3,40
C22:6 n-3	23,8	18,20	29,80	16,40	15,60	26,70
Σ PUFA n-3	29,50	26,20	35,30	28,30	26,60	37,40
Σ PUFA	45,40	43,70	49,80	39,90	36,70	49,50
n-6/n-3	0,50	0,60	0,38	0,58	0,33	0,29
EPA/DHA	0,01	0,06	0,01	0,26	0,42	0,17

Rif. (anno)	84^b (2007)	17^c (2007)	Range	
	Italia	Portogallo Salina	<i>min</i>	MAX
C14:0	4,59	3,70	0,10	4,59
C16:0	17,95	17,98	12,40	21,36
C17:0	0,42	---	0,10	0,90
C18:0	3,51	2,94	5,20	2,94
C20:0	---	---	0,31	1,36
C22:0	---	---	3,26	
C24:0	---	---	2,24	
Σ SFA	26,95	25,10	18,00	29,84
C14:1 n-5	0,21	---	0,21	0,68
C16:1 n-7	5,66	8,36	2,20	8,36
C18:1 n-7	2,81		0,50	16,06
C18:1 n-9	19,1	27,21	2,76	25,21
C20:1 n-9	3,76	3,11	1,20	4,17
C22:1 n-9	3,98	1,62	0,26	4,00
C24:1 n-9	0,64	---	0,47	0,64
C22:1 n-11	---	1,33	1,33	2,63
Σ MUFA	37,15	42,57	19,40	42,57
C18:2 n-6	6,92	7,28	5,11	15,20
C18:3 n-6	0,22	---	0,03	1,74
C20:2 n-6	---	---	0,19	0,37
C20:3 n-6	---	---	0,42	
C20:4 n-6	0,85	0,53	0,53	1,70
C22:3 n-6	---	---	0,19	
C22:4 n-6	---	---	0,25	0,30
C22:5 n-6	---	---	0,15	
Σ PUFA n-6	8,15	8,34	7,18	17,5
C18:3 n-3	1,36	1,06	0,80	2,00
C18:4 n-3	1,43	1,08	0,20	1,43
C20:4 n-3	---	---	0,30	1,30
C20:5 n-3	5,41	5,26	0,40	7,55
C22:5 n-3	2,66	2,24	0,49	3,63
C22:6 n-3	11,60	12,88	11,60	29,80
Σ PUFA n-3	22,40	23,47	22,40	37,40
Σ PUFA	30,60	31,80	20,50	49,80
n-6/n-3	0,37	0,36	0,25	0,72
EPA/DHA	0,46	0,41	0,01	0,52

^{a, b} media filetto dorsale e ventrale; ^c media filetto anteriore e posteriore

Confrontando i *range* della composizione acidica qualitativa delle orate di cattura e delle orate allevate possiamo affermare che nel complesso non ci sono significative differenze di valori per quanto riguarda gli SFA tra le due tipologie. Tra gli acidi grassi monoinsaturi può valere lo stesso discorso.

Passando al confronto degli acidi grassi polinsaturi il contenuto di quelli appartenenti alla serie *n-6* è leggermente superiore nelle orate selvatiche. Nello specifico vediamo però un più abbondante quantitativo di acido arachidonico (C20:4 *n-6*) in queste ultime, a fronte di un tenore più elevato per l'acido linoleico (C18:2 *n-6*) nelle allevate.

Il contenuto di acidi grassi polinsaturi della serie *n-3* presenta un *range* più ampio nelle orate di cattura (12,06 - 38,95 %) rispetto alle allevate (22,40 - 37,40 %), con i livelli massimi che comunque non si discostano significativamente. Il livello di EPA è maggiore nelle orate provenienti da attività di pesca professionale, mentre il livello di DHA è più elevato nelle orate d'allevamento.

Visto l'eterogeneità dei dati rinvenuti, derivante dal diverso contenuto lipidico tra i vari riferimenti anche nell'ambito della stessa tipologia di orata, accade che i singoli acidi grassi presentino talvolta valori più alti nelle orate di cattura, talvolta nelle allevate a seconda dei riferimenti.

La ragione che va a spiegare la mancanza di differenze significative fra gruppi di acidi grassi nel confronto "selvatico *vs.* allevato" è l'elevata deviazione standard che riflette l'elevata variabilità rinvenuta in letteratura. Comunque sono state registrate differenze fra selvatico ed allevato soprattutto a proposito di singoli acidi grassi.

Un più elevato tenore in acido linoleico (C18:2 *n-6*) nelle orate allevate, di contro a più alti valori in acido arachidonico nelle orate di cattura (29, 55, 72), è giustificato dalla presenza di una fonte vegetale terrestre di acido linoleico nel mangime a fronte dell'assenza nella catena alimentare naturale e dall'evento opposto per quanto riguarda l'acido arachidonico. L'acido linoleico rappresenta infatti uno degli

acidi grassi presente in quantità più elevate nelle principali fonti proteiche e/o lipidiche di origine vegetale impiegate ormai nella quasi totalità delle aziende mangimistiche al fine di sostituire seppur solo parzialmente la farina e/o l'olio di pesce.

Anche la presenza dell'acido cetoleico (C22:1 *n-11*) in quantità più elevate nei pesci allevati (29) è stata giustificata dalla presenza negli oli di pesce di origine Nord-Atlantica, area dove la temperatura dell'acqua risulta più bassa rispetto a quella compatibile con la vita e l'allevamento di moltissime specie anche mediterranee e dove larghissima è la presenza delle numerose specie di copepodi ricche del composto in questione, nonché prede abituali dei pesci più diffusamente utilizzati per la preparazione dell'ingrediente in parola.

I soggetti allevati si contraddistinguono dagli animali derivanti dal segmento della pesca in virtù del più modesto contenuto a livello del tessuto muscolare in PUFA *n-3*, pur essendo lo stesso decisamente più elevato in termini assoluti nelle orate allevate in ragione del più abbondante tenore in grasso riscontrato. Tale divario è da imputarsi ai maggiori quantitativi di EPA, ma soprattutto di DHA: tale fenomeno è da imputarsi all'abbondante produzione degli acidi grassi in questione da parte di numerose specie fitoplanctoniche e di altri organismi, ma comunque sempre tipici e caratteristici delle distese di acqua salata e contemporaneamente ai livelli particolarmente elevati di acidi grassi saturi e di acidi grassi monoinsaturi in talune delle materie prime più frequentemente utilizzate in acquacoltura per la formulazione dei mangimi (22).

Alla luce del più abbondante contenuto in termini assoluti di acidi grassi polinsaturi così largamente riscontrabile anche nel tessuto muscolare di pesci allevati e ritenuti così preziosi per il mantenimento di un buono stato di salute nel consumatore (13), talvolta nell'accezione comune e non infrequentemente in alcune pubblicazioni scientifiche (1, 29) proprio i pesci allevati vengono giudicati o sembrano essere giudicati nutrizionalmente superiori nei

confronti degli individui provenienti dal comparto della pesca. In realtà assume particolare rilevanza il rapporto $n-6/n-3$.

Tale rapporto sembrerebbe essere più elevato nel pesce di cattura (tabelle 5.4 e 5.5).

Bisogna infine sottolineare la stretta correlazione fra l'aroma del pesce e la composizione in acidi grassi. La produzione di pesci con un profilo acidico simile a quello dei selvatici potrebbe portare, come risultato, la creazione di un prodotto "natural simile" quanto a odore e sapore (29).

5.3 Macro e microelementi

Il pesce rappresenta la fonte maggiore di proteine animali. Il pesce viene quindi consumato in buona parte del mondo proprio per il suo elevato contenuto proteico, basso livello di acidi grassi saturi ed anche per la “salutistica” presenza di acidi grassi della serie *n-3*.

É però necessario ricordare che i pesci rappresentano anche una ricca fonte di minerali. Il contenuto totale in minerali nel pesce e negli invertebrati marini varia dallo 0,6 % al 1,5 % sul peso vivo. Minerali come sodio, potassio, magnesio, calcio, ferro, fosforo e iodio sono molto importanti per la salute umana (58).

D’altro canto bisogna ricordare che un prodotto allevato, qualora la filiera produttiva sia gestita in modo diligente e responsabile può essere, sotto certi aspetti, più sicuro del pesce selvatico in quanto quest’ultimo può essere più esposto al rischio di bioaccumulo, se l’ambiente acquatico presenta contaminanti, soprattutto se si tratta di specie che si alimentano a contatto con i fondali o di pesci predatori di grossa taglia.

Tale importanza vede la propria applicazione pratica nel settore della legislazione per la sicurezza dei prodotti alimentari che va a fissare degli obblighi precisi di legge cui devono sottostare i prodotti destinati al consumo umano, come nell’esempio normativo riportato a seguire:

L 37/4	IT	Gazzetta ufficiale delle Comunità europee	7.2.2002
<p>REGOLAMENTO (CE) N. 221/2002 DELLA COMMISSIONE del 6 febbraio 2002 che modifica il regolamento (CE) n. 466/2001 che definisce i tenori massimi di taluni contaminanti presenti nelle derrate alimentari (Testo rilevante ai fini del SEE)</p>			

I metalli pesanti (ferro, zinco, cadmio) possono accumularsi nei tessuti degli animali acquatici e possono determinare tossicità nel momento in cui vadano ad accumularsi ad elevati livelli. Chiaramente il problema risulterà di maggiore entità in quelle aree come le lagune che risultano direttamente esposte a contaminanti di varia natura

A proposito della composizione in minerali sono disponibili in letteratura dati per molte specie ittiche, ma non sono numerosi i lavori che prendono in considerazione l'orata: nella tabella seguente compare quanto rinvenuto in letteratura a proposito della composizione in macro e microelementi di orata:

Tabella 5.6 Contenuto minerale in orata (mg/kg)

MACRO E MICRO ELEMENTI	10* (1998)		54 (2006)	58 (2007)	API (2008)	
	Selvatico	Allevato	Turchia Gabbie	Laguna	Allevamento	Laguna
Sodio (Na)	---	---	289	383	482	---
Potassio (K)	---	---	3938	4267	4067	---
Calcio (Ca)	---	---	192	320	385	---
Fosforo (P)	---	---	3560	---	---	---
Magnesio (Mg)	---	---	222	306	307	---
Manganese (Mn)	---	---	6,44	---	---	---
Ferro (Fe)	10	7,7	225	4,82	3,46	6,41
Zinco (Zn)	7,7	5,6	1,08	4,30	4,83	---
Rame (Cu)	1,9	1,6	---	---	---	---
Selenio (Se)	---	---	0,24	0,28	0,18	---
Iodio (I)	---	---	507	---	---	---
Mercurio (Hg)	---	---	---	0,63	0,02	---
Cadmio (Cd)	---	---	---	---	---	0,12
Cromo (Cr)	---	---	---	0,05	0,05	---

* *Media muscolo bianco e muscolo rosso*

Carpenè e coll. (10) hanno trovato differenze di tipo biochimico fra orate selvatiche ed allevate in riferimento agli elementi traccia. Il muscolo (sia bianco, sia rosso) di orate di cattura è risultato più ricco

in elementi traccia, e del quale fenomeno sono state proposte diverse spiegazioni:

- i pesci selvatici ricevono cationi dall'acqua e dalla dieta e l'ambiente naturale ne risulta più ricco;
- il muscolo più grasso delle orate selvatiche presenta minore affinità per i metalli;
- il maggior esercizio fisico delle orate selvatiche è accoppiato ad una aumento dell'espressione di quelle proteine con elevata affinità per gli elementi traccia.

6. La cottura del pesce, rese e ritenzione dei nutrienti

6.1 Metodi di cottura

La cottura è un procedimento mediante il quale, con l'applicazione del calore o di particolari radiazioni (es. microonde), vengono modificate le caratteristiche chimico-fisiche di un alimento. Da un punto di vista igienico-sanitario attraverso la cottura è possibile rendere più sicuro un alimento (abbattimento della carica in agenti patogeni o inattivazione di tossine termolabili), anche se lo scopo edonistico della cottura è rendere l'alimento più appetibile migliorandone le caratteristiche organolettiche (aspetto, aroma e sapore), nel contempo aumentandone la disponibilità dei nutrienti in modo che possano venir meglio utilizzati dall'organismo.

D'altra parte la cottura comporta anche aspetti negativi legati alla formazione di molecole per l'azione del calore sull'alimento (carbonizzazione nella cottura alla griglia, formazione di polimeri nella frittura), oppure alla distruzione di sostanze termolabili (vitamina C ed alcune vitamine del complesso B). Inoltre si va incontro a dispersione di alcune vitamine e di elementi minerali nell'acqua di cottura. Le proteine, durante la cottura, vanno incontro ad una denaturazione che le rende maggiormente disponibili, ma bisogna considerare che un abuso termico, come nel caso di cotture prolungate, può far perdere amminoacidi essenziali, riducendo così il valore biologico delle proteine stesse. Sostanzialmente le modificazioni determinate dalla cottura dipendono dalla tecnica usata, dal tipo di prodotto, dalla durata del trattamento e dal recipiente usato. I metodi di cottura, considerati a seguire con particolare attenzione per quelli applicati agli alimenti muscolari di origine terricola, come acquatica, possono essere distinti sulla base della natura del fluido riscaldante nel modo seguente:

- metodi di cottura a calore umido: fanno uso di liquido caldo o di vapore. Frequentemente l'acqua è aggiunta durante la cottura. L'umidità è di solito conservata in contatto con la carne attraverso una sorta di ricircolo che previene le perdite stesse. Questo ricircolo è usualmente consentito dalla copertura del recipiente di cottura. In questo tipo di cottura le temperature si mantengono generalmente più basse ed i tempi sono più lunghi.
- metodi di cottura a calore secco: sono caratterizzati dall'uso di temperature più elevate e l'aria viene usata come mezzo di trasferimento del calore per convezione dalla fonte di calore alla superficie dell'alimento.

Più spesso però i metodi di cottura sono combinazioni di sistemi di riscaldamento a calore umido e a calore secco. Un esempio è dato dalla brasatura, dove la carne viene prima indorata a temperature elevate, assumendo il caratteristico *flavour*, quindi la cottura viene terminata in un sistema a calore umido, il che consente di mantenere elevata sia la tenerezza, sia la succosità della matrice.

Tabella 6.1 Metodi di cottura

	Italiano	Inglese
Calore umido	Bollitura	<i>Boiling</i>
	Sobbollitura	<i>Simmering</i>
	Cottura in guazzetto	<i>Poaching</i>
	Cottura a vapore	<i>Steaming</i>
	Cottura con pentola a pressione	<i>Pressure cooking</i>
	Stufatura	<i>Stewing</i>
Calore secco	Arrostimento	<i>Roasting</i>
	Grigliatura in forno	<i>Oven broiling</i>
	Grigliatura	<i>Broiling o Grilling</i>
	Frittura per immersione	<i>Deep frying o deep fat frying</i>
	Frittura in padella	<i>Shallow frying o pan frying</i>
	Cottura al salto	
Sistema misto	Brasatura	<i>Braising e Pot Roasting</i>

Le diverse modalità di cottura influenzano il valore nutrizionale della carne. Se da un lato, infatti, molti nutrienti risultano concentrati a causa della più o meno elevata perdita d'acqua che fa seguito alla cottura, altri nutrienti, idrosolubili, seguono il destino della componente fluida, lasciando la carne e venendo riscoperti in misura variabile nei succhi di cottura (è il caso di vari elementi minerali e di alcune vitamine idrosolubili).

In relazione alla drasticità del trattamento termico, si possono avere effetti negativi sui nutrienti termolabili che vengono in parte o del tutto distrutti dal calore (tra questi ricordiamo alcune vitamine, come la tiamina, ed alcuni aminoacidi indispensabili), oppure trasformati in sostanze chimiche diverse con effetti tossici sull'organismo (prodotti tossici dell'ossidazione dei grassi, formazione di sostanze con attività mutagena). L'effetto del trattamento termico sul valore nutrizionale non si esplica solo in relazione al tenore di nutrienti ma anche sulla modificazione della loro digeribilità e disponibilità. Vediamo i principali effetti determinati dalla cottura.

– Azione della cottura sulle proteine: i trattamenti termici cui vengono sottoposti gli alimenti hanno, in linea di massima, un effetto benefico sul valore nutrizionale delle proteine perché ne aumentano la digeribilità. Solo se le modificazioni dovute al trattamento termico interessano la struttura primaria delle proteine (la sequenza aminoacidica), allora si possono avere delle perdite del valore nutrizionale. L'effetto del calore sulla struttura delle proteine porta ad un "dispiegamento" delle molecole in quanto si ha una rottura dei ponti disolfuro. L'evento, noto come "denaturazione termica", consiste in un riarrangiamento spaziale con variazione delle strutture quaternaria, terziaria e secondaria senza però intaccare la struttura primaria (si parla in questo caso di deterioramento proteico). Questo fenomeno ha un effetto positivo in quanto aumenta il valore nutritivo delle proteine. La denaturazione operata dal calore facilita, quindi, questa prima fase della digestione proteica (53). Trattamenti termici moderati oltre ad

avere effetti positivi sulla digeribilità di proteine come il collageno, comportano l'inattivazione di enzimi responsabili di deterioramenti (catalasi, perossidasi, lipasi, lipossigenasi, proteasi) o della produzione di sostanze tossiche, nonché l'inattivazione di molecole proteiche tossiche o dotate di effetti antinutrizionali (90).

In generale, in relazione all'effetto del danno termico sulle proteine si può concludere che (53):

- eccetto che per la cistina, la reale distruzione di aminoacidi resta trascurabile durante i diversi trattamenti alimentari;
 - il valore nutritivo delle proteine è spesso migliorato da trattamenti termici moderati, mentre è sempre danneggiato da trattamenti troppo intensi;
 - il rilascio enzimatico degli aminoacidi è ridotto negli alimenti che hanno subito un severo trattamento termico;
 - la riduzione è piuttosto uniforme per tutti gli aminoacidi essenziali negli alimenti a basso contenuto in zuccheri come la carne. È invece molto selettiva in alimenti ricchi in zuccheri riducenti dove la lisina è quella più influenzata, seguita dagli aminoacidi solforati;
 - la presenza di grassi ossidati incrementa il danno termico, così come la presenza di aldeidi attive quali la formaldeide;
 - alti contenuti di acqua riducono il danno termico, mentre contenuti medi lo aumentano.
- Azione della cottura sui lipidi: la cottura è causa di notevoli variazioni a carico della frazione lipidica della carne. Distinguiamo i lipidi di deposito dai lipidi tissutali; i primi contengono una larga percentuale di lipidi neutri, mentre i secondi sono strettamente associati alle proteine e sono costituiti in larga misura dai lipidi polari. La frazione lipidica è influenzata dalla cottura nel modo seguente:
- *Trasferimento di lipidi*: può avvenire dal muscolo verso l'ambiente esterno o dai tessuti adiposi al muscolo. Concernono essenzialmente i trigliceridi, sono componenti principali del

tessuto adiposo sottocutaneo e intermuscolare; si sono osservate trascurabili quantità di fosfolipidi nei succhi di cottura a sostegno del fatto che essi si trovano saldamente associati alle proteine (47). Per qualsivoglia metodo di cottura, il trasferimento di lipidi dal muscolo all'ambiente esterno risulta quindi modesto. La cottura, in linea di massima, conduce ad un incremento della componente lipidica muscolare; questo incremento è imputabile all'effetto concentrante dovuto alla perdita di sostanze volatili (costituite per lo più da acqua), e dall'effetto dell'infiltrazione di grasso fluido nel muscolo da tessuti adiposi adiacenti che vengono poi rimossi prima dell'analisi. La bibliografia riguardante l'effetto della cottura sul trasferimento dei lipidi nel pesce è decisamente scarsa. Sono lavori che prendono in esame porzioni eduli di pesci prima e dopo cottura ma non riportano i coefficienti di ritenzione e nemmeno le rese di cottura. Da un interessante studio di Gall e coll. (21) si evince che le rese di cottura sono influenzate dall'incremento termico che si ha durante il processo di cottura, dalla composizione della matrice e dal metodo di cottura utilizzato. Fattori importanti sono inoltre la taglia e le dimensioni del filetto di pesce. In questo studio Gall e coll. cucinarono 4 specie di pesce a diverso tenore lipidico (0,88 %, 1,50 %, 5,17 % e 13,75 %) in 4 diversi modi (al forno, grigliato, fritto e al microonde). I ricercatori osservarono che più il pesce era grasso, più tendeva a cedere i lipidi durante la cottura. Le modalità di cottura non alterarono la composizione acidica delle carni dei pesci anche se, durante la frittura, la carne assorbì dall'olio gli acidi grassi che erano presenti in esso in maggior quantità, vedendo così modificate la composizione percentuale di tutti gli acidi grassi del prodotto cotto. All'aumentare del contenuto lipidico del pesce, però, l'assorbimento degli acidi grassi dal mezzo di cottura diminuisce. Un fenomeno che è stato osservato in vari studi sulla frittura è che pesci magri si

imbevono molto di più dell'olio di frittura dei pesci grassi. Inoltre, l'olio di frittura "cede" i propri acidi grassi al prodotto finale. I trasferimenti di lipidi non sembrano avere ripercussioni significative sul profilo degli acidi grassi.

- *Alterazioni a carico della frazione lipidica*: sono coinvolti i fosfolipidi e nell'ambito di questi gli acidi grassi polinsaturi.

- Azione della cottura sulle vitamine: le tecniche di cottura precedentemente menzionate si differenziano per modalità di trasferimento di calore, intensità di riscaldamento (*heating rate*) e sua durata, temperatura finale raggiunta al cuore dell'alimento, tutti dei fattori che esercitano un'influenza sul grado di ritenzione dei nutrienti. A ciò si aggiunge il fatto che ciascuna vitamina presenta una sensibilità specifica nei confronti delle diverse condizioni o agenti suscettibili di provocarne la distruzione.

La vitamina B₁ (tiamina) è la vitamina più sensibile presente nella carne e come tale diventa un utile marcatore della drasticità del trattamento termico che questa ha subito. Le perdite di vitamine in relazione alla cottura possono essere dovute a trasformazioni chimico-fisiche provocate dalla cottura stessa; esse sono inevitabili e sono di entità variabile a seconda della tecnica adottata, oppure sono dovute a percolamento dell'acqua o eliminazione verso i liquidi di cottura nel corso della stessa (*leaching*). In questo caso le vitamine non sono distrutte e si può cercare di contenere tali perdite consumando i succhi stessi.

Così le vitamine sono ben conservate dalla frittura e dalla grigliatura, un po' meno dall'arrostimento e dalla brasatura. Si perdono largamente con la stufatura e la bollitura, metodi che favoriscono il percolamento coi succhi che lasciano la matrice, in misura correlata alla quantità di acqua impiegata ed al tempo di cottura.

Nello schema seguente i fattori che possono influenzare la degradazione delle singole vitamine secondo Watier (89):

Tab. 6.2 Fattori che influenzano la degradazione delle vitamine (89)

Liposolubili	
Vitamine A, D e β carotene	Sensibili all'ossidazione che dipende dalla presenza di ossigeno e dalla presenza di agenti ossidanti; è catalizzata da metalli e accentuata da luce e calore. Un pH vicino alla neutralità favorisce la stabilità di queste vitamine; la presenza di sostanza grassa non ossidata gioca un effetto protettore.
Vitamina E	Sotto forma di acetato è abbastanza stabile; i tocoferoli liberi sono sensibili all'ossidazione, alla luce, al calore, in presenza di pH basici.
Idrosolubili	
Vitamina C	È particolarmente sensibile all'ossidazione e di conseguenza ai fattori che la favoriscono; sensibilità accentuata dall'umidità e da valori estremi di pH; la presenza di agenti riduttori limita la degradazione di vitamina C.
Vitamina B₁	Teme il calore umido e i mezzi basici; discreta sensibilità agli agenti ossidanti.
Vitamina B₂	Sensibile alla luce e ai raggi ultravioletti; ambienti basici e agenti riduttori non le sono favorevoli; nelle altre condizioni è abbastanza stabile.
Acido pantotenico	Sensibile al calore, agli acidi e alle basi, essendo decomposto per idrolisi.
Vitamina B₆, niacina, biotina	Sono relativamente stabili.
Vitamina B₁₂	Decomposta da agenti riduttori, acidi e basi; il fenomeno è accentuato dalla luce e dall'umidità.
Acido folico	Sensibile agli agenti ossidanti e riduttori; in misura minore teme la luce, gli acidi e le basi.

- Azione della cottura sui minerali: la frazione minerale sembra essere quella più toccata dalle perdite di cottura, il che significa che la fase liquida della carne contiene la maggior parte degli elementi minerali. Le perdite in minerali sono quindi in relazione alla capacità delle diverse modalità di cottura di favorire il *leaching* dei succhi. I minerali si perdono largamente con la stufatura e la bollitura, sempre in relazione alla quantità di acqua impiegata e al tempo di cottura. Un'analisi dei minerali contenuti nelle ceneri della carne e dei succhi sottoposti a differenti metodi di cottura ha dimostrato che potassio, sodio e calcio sono elementi

particolarmente mobili, mentre fosforo e magnesio restano in concentrazione praticamente costante nella carne.

Non ci sono molti dati bibliografici sull'effetto delle diverse tecniche di cottura su matrici ittiche, e informazioni riguardanti percentuali di ritenzione sono veramente scarse. Gokoglu e coll. (24) studiarono il contenuto di minerali in trote sottoposte a 5 diversi metodi di cottura. A conferma di quanto detto sopra, dallo studio emerse che il metodo di cottura che maggiormente faceva perdere elementi minerali era la bollitura. Seguivano, in ordine di preservazione della quota minerale, la grigliatura, la cottura al forno e la cottura al microonde. Gli elementi che maggiormente vennero perduti furono manganese, fosforo, zinco.

6.2 Rese

Quando si fa ricorso al termine “rese” ci si può riferire a due tipologie di argomenti:

- rese “biometriche”: sono quelle rese, come la resa di macellazione o la resa in parte edule, così importanti nell’ambito della macellazione degli animali terrestri tanto da portare alla selezione genetica di razze con, appunto, una resa maggiore. Derivano dalla rilevazione di dati “biometrici” come ad esempio il peso del pesce, la lunghezza, il peso del pacchetto viscerale ecc.; tali misurazioni sono di particolare importanza per l’ottenimento di particolari indici per valutare, a titolo d’esempio, lo stato di nutrizione di un pesce;
- rese di cottura: in questo caso ci si riferisce alle eventuali differenze che intercorrono fra un alimento crudo e lo stesso alimento sottoposto ad una certa tipologia di cottura.

Per quanto riguarda le rese di macellazione, risulta di particolare importanza la resa di eviscerazione che mostra l’incidenza percentuale del peso senza visceri sul peso corporeo del pesce.

Un altro parametro particolarmente importante è dato dalla resa in filetti che indica la reale resa in porzione edule che si ottiene dal pesce.

Sono molteplici i fattori che possono influenzare la resa di macellazione, fra i quali:

- quantità di tessuto adiposo in cavità addominale (direttamente proporzionale alla taglia ed all’età degli individui oggetto di sperimentazione);
- volume del fegato;
- grado di maturazione delle gonadi;
- grado di replezione dello stomaco e dell’intestino (solo in riferimento agli individui di cattura).

Circa il rapporto sussistente fra la resa in frazione edule ed il metodo di produzione della maggior parte delle specie più frequentemente allevate, sono poche le informazioni rinvenibili in letteratura per l'orata. Le differenze riscontrabili possono essere attribuite più che altro a differenze di taglia, molto probabilmente perché all'aumentare appunto della taglia corrisponde un rimarchevole innalzamento del "peso specifico" della testa nei confronti del resto del corpo e quindi parallelamente un sensibile aumento del rapporto intercorrente fra la prima ed il secondo in termini ponderali (22). In tabella 6.3 alcuni dati rinvenuti in letteratura.

Tab. 6.3 Rese di macellazione e in parte edule di orate

	22 (2005)		84 (2006)
	Allevate	Selvatiche	Allevate
Resa di eviscerazione, %	86,5	85,6	92,5
Resa in parte edule, %	58,8	60,7	47,7

Per quanto riguarda le rese di cottura esse offrono una quantificazione del calo peso cui va incontro un alimento durante il processo di cottura e chiaramente offrono una visione limitatamente di tipo quantitativo.

6.4 Ritenzioni dei nutrienti

Un'interessante prospettiva per evidenziare l'effetto esercitato dalla cottura sulle componenti nutrizionali è quella di valutare un aumento o una diminuzione di un certo componente chimico, comparandolo al suo contenuto allo stato crudo. La conoscenza di questi coefficienti rappresenta un dato importante per stimare il valore nutrizionale di un alimento cotto nota la sua composizione allo stato crudo. Il pesce inoltre rappresenta un alimento che ben si presta a tale tipo analisi, in particolar modo quando si va ad applicare la tecnica del "filetto

gemello” (un filetto crudo utilizzato come controllo e la sua controparte cotta).

La quantificazione dei coefficienti di ritenzione dei nutrienti, pur riconoscendone l’elevato significato analitico, rappresenta una pratica che non trova una disponibilità adeguata di dati in letteratura, in particolar modo per quanto riguarda specie ittiche come l’orata.

La ritenzione vera dei nutrienti, in accordo con quanto pubblicato da Murphy e coll. (57) può essere calcolata applicando la seguente formula.

$$\text{RVN} = [\text{NCOTTO}] / [\text{NCRUDO}] * \text{RESA DI COTTURA}$$

Dove:

- RVn: ritenzione vera di un nutriente;
- [Ncotto]: concentrazione del nutriente in esame nell’alimento cotto;
- [Ncrudo]: concentrazione del nutriente in esame nell’alimento crudo;

7. Freschezza

Il pesce, data la sua composizione chimica e la reazione poco acida dei suoi tessuti (in genere il pH passa da 7,0 a 6,5-6,2 per poi risalire a 6,6-6,7), rappresenta un alimento facilmente deperibile sia perché dopo la pesca va incontro a fenomeni autolitici notevolmente più rapidi rispetto alle carni dei classici animali da macello sia, e soprattutto, perché più soggetto all'azione nociva dei microrganismi.

La maggior rapidità dello sviluppo microbico è conseguente ad alcune caratteristiche proprie del pesce e precisamente:

- maggior contenuto in acqua della muscolatura rispetto alle carni degli altri animali;
- maggior quantità dei composti azotati non proteici che, come è noto, vengono utilizzati dai microrganismi più facilmente delle proteine;
- pH più elevato (prossimo alla neutralità), fattore anche questo favorevole allo sviluppo di tutti i microrganismi (85).

La modalità di conservazione del pesce può esercitare sulla materia prima, sia essa destinata al consumo diretto o alla lavorazione, un impatto di primaria importanza.

Al fine di valutare la freschezza, o meglio la capacità di mantenere nel tempo la freschezza di una certa specie ittica, si può ricorrere a molteplici metodi. In molti casi è da preferire un approccio multiplo al fine di poter emettere un giudizio complessivo che si avvicini quanto più possibile a quella che rappresenta la reale *shelf-life* di un determinato pesce.

Le metodiche proposte a tale scopo sono numerose e possono essere classificate in tre distinte categorie:

- *Metodi batteriologici*: si basano sulla constatazione che la perdita dello stato di freschezza del prodotto, e quindi la comparsa di fenomeni alterativi, sia conseguente allo sviluppo dei microrganismi.

- *Metodi chimico-fisici*: molti ricercatori hanno basato la valutazione dello stato di freschezza sulla ricerca di particolari composti chimici (a titolo di esempio: determinazione dell'indolo, idrogeno solforato, tirosina, lisina, basi azotate, istamina, acidità dei grassi, titolazione iodometrica, ecc.); tra le metodiche fisiche applicabili sono stati proposti: la conducibilità elettrica, il potenziale di ossidoriduzione, l'indice di rifrazione del liquido oculare, il pH, ecc.
- *Metodi sensoriali*: sono i sistemi di valutazione più datati ma anche più utilizzati nella pratica corrente e si basano sull'osservazione dei caratteri organolettici del prodotto. Ne consegue che lo studio di questi caratteri presuppone la loro esatta conoscenza nel prodotto fresco (85).

Descriveremo nello specifico le tecniche che sono state prese in considerazione nel presente elaborato.

7.1 Rilevazioni sensoriali

7.1.1 Schema UE – Metodo comunitario

Lo schema UE [Reg. (CE) N. 2406/96] è una griglia contemplata nella normativa italiana che può essere utilizzata “da esperti designati a tal fine dalle organizzazioni professionali interessate” (Art. 12, comma 1).

Tale schema si avvale di parametri rilevabili attraverso i sensi (vista, olfatto, tatto) quali il colore della pelle, la forma dell’occhio, il colore e l’odore delle branchie, la consistenza delle carni, al fine di valutare la freschezza del pesce crudo.

Ogni singolo componente sensoriale viene valutato rapidamente per emettere un giudizio complessivo sul livello di freschezza del pesce in esame. Il giudizio complessivo indirizza il pesce verso la classe di freschezza d’appartenenza:

- E: pesce freschissimo;
- A: pesce di buona qualità;
- B: pesce scadente, stantio;
- C: pesce non idoneo al consumo umano.

Lo schema UE è stato allestito per gruppi di specie. Da questo approccio derivano degli svantaggi applicativi, fra i quali la mancanza di specie-specificità; inoltre affinché un’esemplare ricada in una determinata classe di freschezza tutti quei connotati per i quali lo si assegna a quella classe dovrebbero venire riscontrati. È comprovato che la velocità con cui i singoli parametri perdono freschezza è tutt’altro che costante (ad esempio l’odore delle branchie decade molto più rapidamente del colore della pelle o della consistenza della carne).

Tabella 7.1 Schema UE per pesce bianco

Categoria di freschezza	Extra	A	B	Non ammesso⁽¹⁾
Pelle	Pigmento vivo e cangiante (ad eccezione dei sebasti) o opalescente; senza tracce di decolorazione	Pigmentazione viva ma priva di lucentezza	Pigmentazione spenta in via di decolorazione	Pigmentazione spenta ⁽²⁾
Muco cutaneo	Acquoso, trasparente	Leggermente torbido	Lattiginoso	Muco grigio-giallognolo, opaco
Occhio	Convesso (sporgente); pupilla nera brillante; cornea trasparente	Convesso e leggermente infossato; pupilla nera spenta; cornea leggermente opalescente	Piatto; cornea opalescente; pupilla opaca	Concavo al centro; pupilla grigia; cornea lattiginosa ⁽²⁾
Branchie	Colore vivo; senza muco	Meno colorato; muco trasparente	Bruno/grigio in via di decolorazione; muco opaco e spesso	Giallognolo; muco lattiginoso ⁽²⁾
Peritoneo (nel pesce senza visceri)	Liscio; brillante; aderisce bene alla carne	Un po' opaco; può staccarsi dalla carne	Grumoso; si stacca facilmente dalla carne	Non resta attaccato ⁽²⁾
Odore branchie e cavità addominale				
– <i>pesce bianco esclusa la passera di mare</i>	Di alghe marine	Senza odore di alghe marine; odore neutro	Odore di fermentazione; leggermente acre	Acre ⁽²⁾
– <i>passera di mare</i>	Di olio fresco; peperino; odore di terra	Di olio; di alghe marine o leggermente dolciastro	Di olio; di fermentazione, di stantio, leggermente rancido	Acre ⁽²⁾
Carne	Soda ed elastica; superficie liscia ⁽³⁾	Meno elastica	Leggermente molle (flaccida), meno elastica, superficie cerea (vellutata) e spenta	Molli (flaccide) ⁽²⁾ ; le squame si staccano facilmente dalla pelle, superficie piuttosto rugosa

⁽¹⁾ Questa colonna si applica solo fino all'adozione di una decisione della Commissione che fissi criteri per il pesce non idoneo al consumo umano, a norma della direttiva 91/493/CEE del Consiglio

⁽²⁾ O in uno stato più avanzato di deperimento

⁽³⁾ Il pesce fresco prima che intervenga il *rigor mortis* non è sodo ed elastico, ma viene ancora classificato nella categoria Extra

I valutatori esprimeranno un giudizio sulla *freshness quality* di quel dato esemplare ed inevitabilmente si troveranno ad attribuire maggiore importanza ad uno o a pochi parametri. Nel caso in cui la scelta del parametro guida si diversifichi fra i valutatori, ne discenderà una certa difformità di responso, generalmente più marcata quando il pesce non è né freschissimo, né conclamatamente stantio.

Infine, per la quasi totalità delle specie, la classe A finisce per essere quella a cui più facilmente un esemplare viene assegnato, che sia appena “decaduto” dall’eccellenza (classe E) o prossimo a divenire stantio (classe B); si tratta dunque di una classe in cui il pesce staziona troppo a lungo perché possa risultare informativa del suo reale stato di freschezza.

Quelli appena elencati si configurano come punti deboli di una certa gravità nell’applicazione di un sistema di *grading*, in quanto finiscono per generare perplessità nei valutatori, chiamare in causa interpretazioni piuttosto personali, insomma rendere il responso sensoriale scarsamente ripetibile e riproducibile (8). Non deve infatti stupire il fatto che a livello europeo il sistema di classificazione in questione sia stato scarsamente applicato (7).

7.1.2 QIM (*Quality Index Method*)

Anche questo schema risulta essere riconducibile all’ambito sensoriale del *Category Scaling*. Tuttavia la differenza più evidente con la griglia UE è che ogni specie ittica d’interesse commerciale ha (o avrà) un proprio schema QIM, opportunamente messo a punto.

Il *Quality Index Method* si fonda sull’osservazione dei cambiamenti caratteristici che si producono al passare del tempo nel pesce stoccato sotto ghiaccio fondente. Ai cambiamenti che toccano sia l’aspetto esteriore (occhi, pelle, branchie), sia l’odore e la consistenza dell’esemplare della specie in esame si assegna un punteggio di demerito specifico e svincolato da tutte le altre caratteristiche, che può

andare da 0 a 1, da 0 a 2, da 0 a 3 (lo 0 è riservato alla massima espressione di freschezza). I punteggi assegnati a ciascun parametro vengono poi sommati per giungere ad un punteggio complessivo di demerito, il cosiddetto *QI* (*Quality index*).

Il fatto che il giudizio complessivo sulla *freshness quality* di un dato esemplare scaturisca dalla somma di una serie di singole valutazioni reciprocamente indipendenti ha un'implicazione essenziale: in nessun caso al valutatore viene chiesto di ponderare mentalmente se un dato parametro goda o meno di maggiore importanza rispetto ad un altro nel determinare il grado complessivo di freschezza. Tale decisione è stata presa dalla squadra di ricercatori che ha allestito quello specifico schema QIM, quando ha stabilito i parametri più “espressivi”, cioè quelli cui assegnare quattro possibili punteggi di demerito. Il fatto che il valutatore non sia chiamato a faticosi aggiustamenti rappresenta un secondo elemento di chiara differenziazione fra i due schemi e permette di comprendere per quale motivo ad applicare lo schema UE vengano chiamati degli “esperti”: occorre una vasta esperienza per poter effettuare tale ponderazione in misura altamente ripetibile.

Una volta messo a punto e validato uno schema QIM, la sua utilizzazione è viceversa molto rapida: si stima che, dopo un solo giorno di formazione, un valutatore sia in grado di classificare 40 esemplari in 20 minuti, anche se è bene ricordare che, a differenza dello schema UE sovente praticato da singoli individui, il *Quality Index Method*, nel rispetto dei principi fondanti dell'analisi sensoriale, presuppone che ad operare siano almeno tre valutatori.

La finalità scientifica sfocia nell'ottenimento di un punteggio che cresca linearmente con la durata dello stoccaggio sottoghiaccio (espressa appunto in giorni/ghiaccio) in modo che, data una partita di pesce di una certa specie di cui sia noto il QI in quel momento, sia possibile stimarne la vita commerciale residua. Questo è indubbiamente il merito principale del QIM (7). Lo schema QIM allestito da Huidobro e coll. (38) per l'orata è riportato a seguire:

Tabella 7.2 Schema QIM per orata (*Sparus aurata*) (38)

PARAMETRO	DESCRIZIONE	PUNTEGGIO
ASPETTO GENERALE		
Pelle	Molto brillante	0
	Brillante	1
	Smorto	2
Muco	Limpido-trasparente	0
	Leggermente opaco/opaco	1
<hr/>		
CARNE		
Elasticità	Elastica	0
	Segnata da pressione	1
Odore	Fresco	0
	Neutro	1
	Di pesce	2
	Odori anomali	3
<hr/>		
OCCHIO		
Opacità corneale	Limpida-traslucida	0
	Leggermente opaca	1
	Opaca/con sangue	2
Forma	Convesso	0
	Piatto	1
	Concavo	2
<hr/>		
BRANCHIE		
Colore	Rosso brillante/rosso scuro	0
	Rosso brunastro/decolorato	1
Odore	Fresco/di alghe marine	0
	Neutro	1
	Di pesce	2
	Odori anomali	3

Il lavoro 38 è stato allestito considerando i parametri riassunti in tabella 7.3:

Tabella 7.3 Parametri per allestimento QIM

Rif. (anno)	Peso, g	Rapporto pesce/ghiaccio	Temperatura, °C	Aggiunta ghiaccio
38 (2000)	279	---	2±1	---

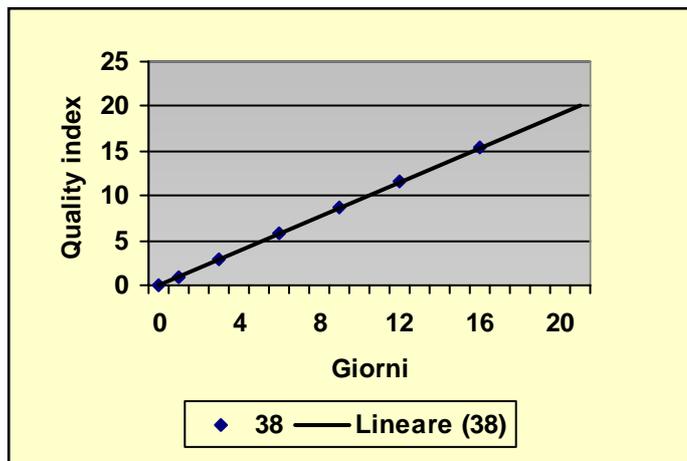


Fig. 7.1 Andamento del QIM nel tempo
(i valori sono estrapolati dal lavoro citato e rivisti)

Quindi è possibile applicare il QIM al fine di predire la rimanente vita commerciale di diverse specie ittiche fra le quali l'orata: per questa specie ittica intera e stoccata sotto ghiaccio, attraverso valutazioni di natura sensoriale, è stata riportata una vita commerciale pari a 15-17 giorni (1, 48, 38).

7.2 Rilevazioni fisiche

7.2.1 Torrymeter

Metodiche che utilizzano apparecchiature elettroniche per valutare la freschezza del pesce sono state sviluppate in particolar modo dall'industria della pesca del Nord Europa.

Benché non contemplato da un punto di vista legislativo nei mezzi per l'accertamento dello stato di conservazione dei pesci, in alcuni mercati ha trovato impiego, quale strumento d'indagine collaterale il Torrymeter, ideato presso la "*Torry Research Station*" di Aberdeen, e che basa il suo principio d'azione sulle variazioni delle proprietà dielettriche che si succedono durante la degradazione del muscolo del pesce.

Il principio su cui si basa è la valutazione del potenziale redox, ovvero la misurazione della tendenza del sistema ad accettare o fornire elettroni. Nel pesce catturato da poco tempo, il potenziale di ossidoriduzione risulta essere, nel tessuto muscolare, sempre positivo, e decresce rapidamente al termine della vita commerciale del prodotto, fino a raggiungere valori negativi in pesci profondamente deteriorati.

Parallelamente alla variazione del potenziale redox nei tessuti biologici si verificano delle modificazioni della capacità di condurre corrente elettrica dopo la morte.

Vari fattori influenzano le misurazioni della capacità dielettrica:

- danneggiamenti meccanici della cute e dei tessuti sottostanti dovuti alle operazioni di pesca, stivaggio, trasporto e conservazione;
- presenza di "cristalli di ghiaccio" aderenti alla superficie cutanea nel punto d'applicazione degli elettrodi;
- formazione accidentale, parziale o totale di cristalli di ghiaccio nelle masse muscolari;
- "l'imbibizione" dei tessuti da parte dell'acqua di fusione che, diminuendo i liquidi interstiziali del pesce, provoca un

aumento della resistenza incontrata dalla corrente elettrica nell'attraversare i tessuti;

- differenze di specie: si è osservato che l'elevato tenore lipidico di alcune specie influenza le proprietà dielettriche fornendo una variabilità maggiore rispetto ai pesci magri;
- spessore della cute;
- taglia e lunghezza;
- habitat;
- condizioni fisiologiche del pesce al momento della cattura;
- posizione del pesce all'interno della cassetta ricoperta di ghiaccio;
- zona di apposizione degli elettrodi (73).

In molti lavori è stata riscontrata un'elevata rispondenza fra il Torrymeter e le valutazioni sensoriali, mentre non sono emerse correlazioni fra conducibilità ed alcuni indici chimici.

Dal momento in cui ciascun pesce ha un proprio passato biologico, sconosciuto all'operatore, capita che misurando soggetti appartenenti ad una stessa specie, catturati alla stessa ora e conservati alle medesime condizioni ambientali e di temperatura, ci si trovi innanzi ad un gamma abbastanza varia di valori individuali.

Segue un estratto dai lavori ritenuti più interessanti sull'orata: in tabella vengono riportati il riferimento bibliografico, il peso dei soggetti, il rapporto pesce/ghiaccio utilizzato, la temperatura di conservazione, l'eventuale aggiunta di ghiaccio nel corso dei giorni di stoccaggio e, vista la sua importanza, qualora indicato, il metodo di uccisione e di gestione della fase *post mortem* del pesce.

Tabella 7.4 Parametri per misurazioni Torrymeter

Rif. (anno)	Peso, g	Rapporto pesce/ghiaccio	Temperatura, °C	Aggiunta ghiaccio	Post mortem
73 (1995)	---	---	0	SI	---
87 (2002)	350-550	---	2±2	SI	Uccisione in acqua/ghiaccio; in laboratorio sotto ghiaccio in 3-4 ore
83 (2006)	458-505	---	2±1	SI	Uccisione in acqua/ghiaccio; in laboratorio sotto ghiaccio

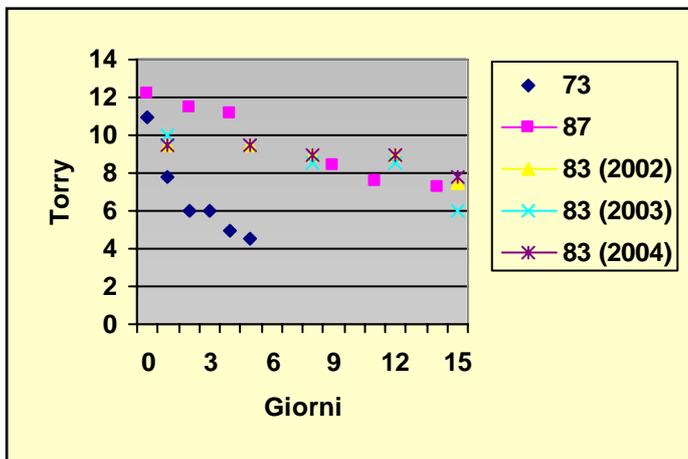


Fig. 7.2 Andamento temporale del Torrymeter
(i valori sono estrapolati dai lavori citati e rivisti)

Dal grafico si possono apprezzare differenze fra i diversi lavori. Abbiamo già detto come questa misurazione possa risentire di una serie di parametri. É suggeribile raccogliere parecchie osservazioni per potersi pronunciare circa la possibilità di sostituire altre valutazioni con questo tipo di misura strumentale, di conseguenza questo strumento non può assolutamente essere utilizzato per valutare lo stato di conservazione di un singolo soggetto.

7.2.2 pH

La valutazione del pH risulta di fondamentale nella macellazione degli animali terrestri in quanto ci consente di valutare velocità ed entità della glicolisi post-mortale.

Tabella 7.5 Parametri per misurazione pH

Rif. (anno)	Peso, g	Rapporto pesce/ghiaccio	Temperatura, °C	Aggiunta ghiaccio
48 (1997)	410	---	0	SI
40 (2001)	262	---	2±1	---
82 (2002)	320	---	2	SI
31 (2003)	311-318	---	---	---

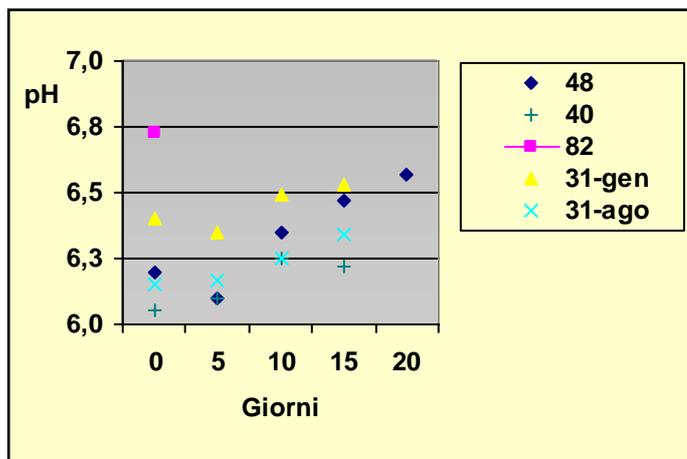


Fig. 7.3 Andamento temporale del pH
(i valori sono estrapolati dai lavori citati e rivisti)

Nel lavoro 31 il valore di pH rimane stabile (sia nei campioni “invernali” quanto in quelli “estivi”) fino al terzo giorno di stoccaggio sotto ghiaccio ed inizia ad aumentare solo dopo, ma differenze significative dai valori iniziali iniziano ad essere evidenti dopo il giorno 11 per i campioni estivi e dal giorno 15 per i campioni invernali. Nei pesci un’iniziale diminuzione del pH, subito dopo la morte, avviene durante il metabolismo anaerobico del glicogeno muscolare e per l’aumento della concentrazione dell’acido lattico. Il

più basso pH *post-mortem* può variare in relazione alla specie ittica da 5,4 a 7,2 e tale riduzione è accompagnata dalla comparsa del rigor mortis (43). Nello studio in questione non sono state registrate diminuzioni iniziali del pH, mentre in momenti di stoccaggio più avanzati, al momento dello sviluppo microbico, il pH aumenta considerevolmente, proprio per il metabolismo dei microrganismi che porta alla formazione di composti basici. I cambiamenti nel valore di pH nello studio 31 seguono lo stesso andamento osservato in un altro studio di Kyrana e coll. in orate stoccate sotto ghiaccio (48). Il pH osservato nello studio 48, comunque, è risultato più basso rispetto a quanto osservato nello studio 31, raggiungendo un valore più basso di 6,10. Queste differenze possono rispecchiare un differente stato nutrizionale dei pesci in questione, un valore più basso potrebbe essere ricondotto ad un più elevato livello iniziale di glicogeno muscolare. Inoltre, un'altra possibile spiegazione per queste differenze, per il valore più basso, è la taglia del pesce: infatti nel lavoro 48 i pesci avevano una taglia maggiore (peso medio di 410 g) rispetto al lavoro 31, ed il muscolo di pesci più grandi tende a stabilizzarsi dopo la morte ad un valore più basso rispetto a quanto accade in pesci di taglia minore.

7.2.3 WHC (*Water Holding Capacity*)

La denaturazione delle proteine muscolari durante lo stoccaggio congelato porta ad una diminuzione della capacità di legare l'acqua, e ad una consistenza più secca e dura. Tale capacità di ritenzione idrica del muscolo risulta di grande importanza per delineare il valore commerciale e l'accettazione da parte del consumatore del pesce, in quanto va a riflettersi sulla succosità della carne.

Il valore di WHC (*Water Holding Capacity*), direttamente correlato alla struttura muscolare, risulta in stretta correlazione con i cambiamenti strutturali delle proteine muscolari, con la contrazione delle fibre muscolari e con la distribuzione delle molecole d'acqua sia

all'interno che all'esterno delle cellule. L'acqua libera viene mantenuta all'interno del tessuto dall'azione capillare e della tensione superficiale, mentre le perdite risultano da cambiamenti di volume delle miofibrille.

Da un lavoro di Suarez e coll. (81) deriva il grafico 7.4 in merito all'evoluzione post-mortale del WHC in orata:

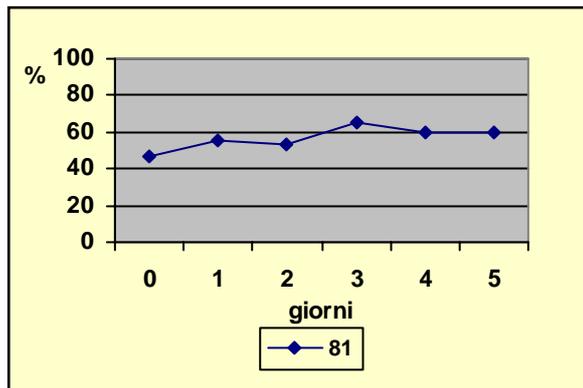


Fig. 7.4 Andamento temporale del WHC
(i valori sono estrapolati dai lavori citati e rivisti)

I valori in WHC in questo lavoro (sotto al 65 %) non risultano elevati in confronto con quelli registrati per altre specie ittiche, come nel caso del salmone con valori > all'80 % in condizioni di stoccaggio simili ma più elevati di quelli rilevati nel merluzzo (20-30 %).

In altri lavori si trovano dei valori di WHC di partenza più elevati come nel caso di Sañudo e coll. che riportano valori attorno al 97 % per le orate di cattura, dell'86 % per le orate allevate estensivamente ed infine dell'83 % con una conduzione intensiva dell'allevamento (75).

7.3 Rilevazioni chimiche

7.3.1 Cataboliti dell'ATP

É noto che l'ATP rappresenta una molecola essenziale per la vita cellulare. Durante le modificazioni post mortali dei pesci i nucleotidi purinici nel tessuto muscolare si degradano in una serie di composti come rappresentato nello schema seguente:



*ATP, ADENOSIN TRIFOSFATO; ADP, ADENOSIN DIFOSFATO; AMP, ADENOSIN MONOFOSFATO; IMP, INOSIN MONOFOSFATO; INO, INOSINA; HX, IPOXANTINA; XA, XANTINA

Questi metaboliti sono considerati indicatori molto attendibili per misurare la freschezza del pesce.

Un valore che trova frequente applicazione è il *K value* che può essere definito come il rapporto fra i metaboliti dell'ATP non fosforilati ed i prodotti di degradazione totali (73), o ancora, la quota di inosina ed ipoxantina rapportata a tutti gli altri prodotti.

$$\text{K (\%)} = \frac{\text{INO} + \text{HX}}{(\text{ATP} + \text{ADP} + \text{AMP} + \text{IMP} + \text{INO} + \text{HX})} * 100$$

Esso risulta fornire un'indicazione dello stato di freschezza prima che intervenga la crescita batterica. Vale l'equazione "più basso è il *K value* più fresco è il pesce".

Specialmente dagli anni '70 con la disponibilità di metodi analitici come l'HPLC si è andata sviluppando una ricca letteratura sull'evoluzione delle reazioni in molti pesci.

Segue un estratto dai lavori ritenuti più interessanti sull'orata: in tabella vengono riportati il riferimento bibliografico, il peso dei soggetti, il rapporto pesce/ghiaccio utilizzato, la temperatura di conservazione e l'eventuale aggiunta di ghiaccio nel corso dei giorni di stoccaggio.

Tabella 7.6 Parametri per la determinazione del *K value*

Rif. (anno)	Peso, g	Rapporto pesce/ghiaccio	Temperatura, °C	Aggiunta ghiaccio
1 (2001)	375	1:1	2±2	SI
39 (2001)	515	---	2±1	SI
40 (2001)	262	---	2±1	---
87 (2002)	350-550	---	2±2	SI
31 (2003)	311-318	---	---	---
83 (2006)	458-505	---	2±1	SI

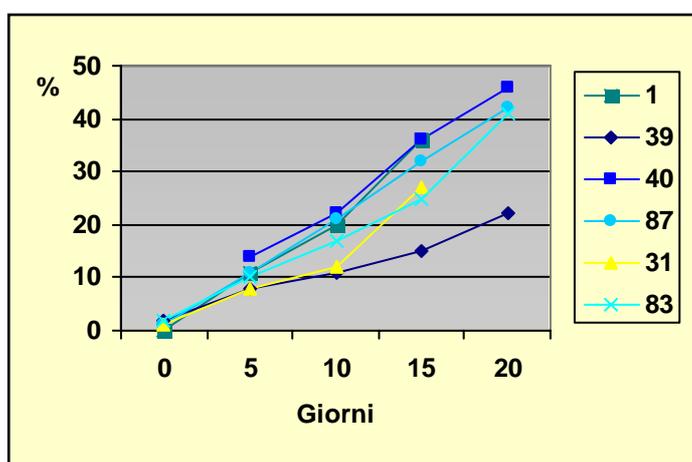


Fig. 7.5 Andamento temporale del *K value*
(i valori sono estrapolati dai lavori citati e rivisti)

Dalla figura 7.5 si può osservare come il *K value* aumenti nel tempo in maniera differente nei diversi lavori. Nel lavoro 39 sono stati osservati valori più bassi rispetto agli altri riportati.

In linea generale si può affermare che quando le rilevazioni sensoriali sono ancora sotto il limite di accettabilità, il *K value* si attesta attorno al 35 % o poco meno (39).

Orate molto fresche tendono ad avere un *K value* più basso del 10 % mentre pesci al termine della vita commerciale (giorno 16) avranno un valore attorno al 33-35 %. Alasavar e coll. (1) riportano che quando le orate sono state considerate non accettabili dai membri del *panel* al giorno 17, il *K value* si attestava attorno al 39 %, dato molto simile a

quanto descritto nel lavoro 87. Chiaramente piccole differenze nei dati sperimentali possono essere attribuite alla variabilità biologica così come alle diverse metodologie utilizzate.

Quindi, in accordo con diversi studi, si potrebbe affermare che la vita organolettica dell'orata può variare da 15 (74) a 18 giorni (1, 48) di stoccaggio sotto ghiaccio. Il periodo attorno al quindicesimo giorno di stoccaggio è quello limite di accettabilità sensoriale.

Per quanto riguarda il *K value* sono stati proposti dei modelli d'interpretazione dei dati che però risultano estremamente specie specifici (ad esempio per valori < al 20 % si attribuisce un'estrema freschezza al pesce, per poi arrivare a valori superiori al 70 % per un pesce non più idoneo al consumo umano).

In alcuni lavori scientifici sono state effettuate indagini proprio per effettuare una comparazione fra vari metodi per valutare la freschezza di orate poste sotto ghiaccio. I risultati possono essere schematizzati nel modo seguente:

- Il QIM per valutazioni routinarie della freschezza rappresenterebbe uno strumento molto funzionale: è veloce, non distruttivo e richiede un minor livello di addestramento rispetto alla valutazione dell'aroma derivante dal pesce cotto.
- Il K value offre una media obiettiva delle modificazioni precoci, risultando massimamente sensibile prima dell'intervento della degradazione batterica. Variazioni nel *K value* risultano strettamente correlate alle modalità di pesca ed alla fase agonica del pesce. Così la funzione di tale indicatore dipenderà ampiamente dalla capacità di mantenere il controllo sulle tecniche di allevamento, sui metodi d'uccisione e sulle immediate manipolazioni *post-mortem* sul pesce allevato.
- I metodi chimici e microbiologici per la valutazione della freschezza risultano utili per la ricerca e lo sviluppo ma sono di difficile applicazione pratica perché richiedono costose apparecchiature di laboratorio e personale addestrato, sono

distruttivi e possono risultare indaginosi e con tempi di risposta lunghi. Un metodo veloce ed affidabile risulta pertanto necessario per tutelarsi sullo stato di freschezza del materiale di partenza ed avere la certezza che il prodotto non risulti viziato al momento della distribuzione e vendita.

- Il Torrymeter rappresenta l'unico strumento per la misura indiretta della freschezza. Le letture strumentali sono risultate coerenti con le valutazioni sensoriali e forniscono una base per la valutazione dei giorni/ghiaccio con un'accuratezza praticamente non diversa da quella fornita dal *K value*, dal QIM o dalla conta batterica. Il vantaggio di utilizzare questo tipo di test è dato dalla facilità d'uso, dalla risposta immediata, dalla portabilità, e dalla minima richiesta d'addestramento.

Infine, sempre in questo lavoro, si è visto come l'accuratezza della capacità di predizione in riferimento alla *shelf life* andava da 1,5 a 2,2 giorni rispetto al reale (87).

8. Resistenza lipidi intramuscolari allo stoccaggio congelato

Data l'elevata deperibilità del pesce il congelamento rappresenta una tecnica di conservazione ampiamente utilizzata per una serie di ragioni, ma soprattutto per prolungarne la vita commerciale. Il mercato del pesce congelato è molto più sviluppato rispetto a quello delle carni provenienti da animali *terricoli*. Anche l'industria di lavorazione dei prodotti della pesca risulta particolarmente articolata. Oltre la commercializzazione di prodotti congelati, è prevista e regolamentata anche la vendita di prodotti decongelati: in questo caso particolare attenzione deve essere posta alle procedure adottate per lo scongelamento potendo pregiudicare le caratteristiche del prodotto finito (è un'operazione generalmente eseguita in acqua salata alla temperatura di 10-15 °C oppure in corrente d'aria a 7-8 °C).

Come si può osservare nel [grafico 8.1](#) la quota di pesce congelato rappresenta un'importante fetta di mercato, così come a proposito del decongelato sfuso:

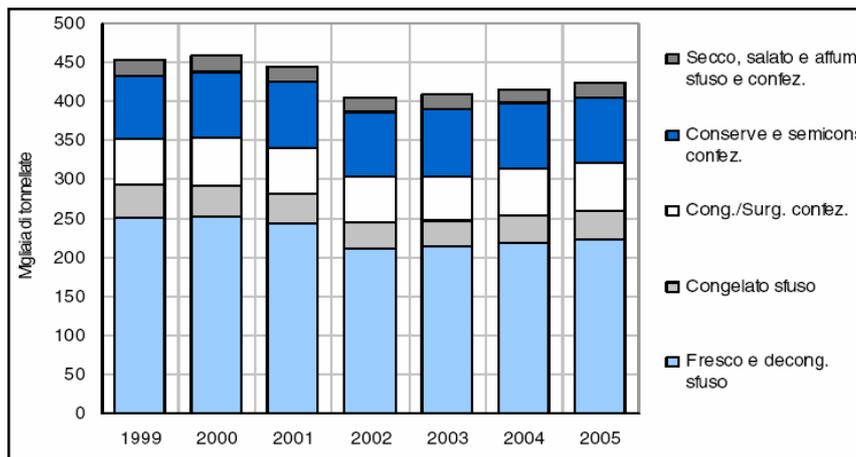


Fig 8.1 Acquisti domestici di prodotti ittici in Italia 1999-2005 (Mt)

ISMEA, 2008

Nel caso delle orate di allevamento nella maggior parte dei casi vengono commercializzate fresche sotto ghiaccio. Il mercato dell'orata risulta particolare in quanto è una specie ittica che presenta

una crescita rapida nella stagione estiva in relazione all'elevata temperatura dell'acqua. Tale fase di crescita è seguita da un periodo durante le rigidità invernali in cui la crescita risulta virtualmente bloccata ed il pesce utilizza le sue riserve per produrre le gonadi. Questo sta a significare che esiste un certo periodo dell'anno in cui è presente una forte offerta di orate da commercializzare in un periodo relativamente breve. Fra le nuove strategie di *marketing* che hanno come obiettivo una migliore organizzazione del mercato, il congelamento può rappresentare un'interessante opzione per regolare tali processi.

Il congelamento viene impiegato per una conservazione più duratura rispetto alla refrigerazione: può essere eseguito sia per immersione diretta del prodotto nell'agente criogeno sia con i metodi classici in cui il prodotto non viene a contatto con l'agente refrigerante. La temperatura di stoccaggio del prodotto deve oscillare intorno ai -18°C . In genere è noto che la conservabilità del pesce allo stato congelato è funzione di vari fattori fra i quali meritano di essere ricordati la qualità del pesce, il tipo d'imballaggio, la temperatura di stoccaggio, l'umidità relativa dell'ambiente, ecc. Rientra in questa categoria di prodotti anche il pesce surgelato dato che esso è semplicemente un congelamento rapido (85).

La vita conservativa nel pesce bianco può essere suddivisa come rappresentato in tabella 8.1.:

Tabella 8.1 Vita conservativa del pesce bianco a diverse temperature (85)

	Temperatura di conservazione		
	-9°C	-21°C	-29°C
Pesce bianco	1 mese (4 mesi)	4 mesi (15 mesi)	8 mesi (4 anni)

I dati indicano i tempi in cui non sono ancora visibili fatti alterativi; i valori fra parentesi indicano invece i tempi in cui il prodotto è giudicato ineditabile

Il pesce congelato è soggetto, fondamentalmente, a due tipi di processi alterativi: la denaturazione delle proteine e la rancidità ossidativa (85).

La rancidità causata da problemi ossidativi può rappresentare un problema particolarmente importante per un'ampia gamma di cibi muscolari, in particolare quelli che presentano un elevato contenuto lipidico: tale rancidità può determinare un indurimento della consistenza, odori non desiderabili e sapori impropri. Il sopraggiungere di fenomeni di irrancidimento nei prodotti ittici, che di solito contengono un elevato livello di acidi grassi insaturi, risulta essere particolarmente complesso e può essere attribuito ad una serie di fattori. Fra i principali fattori intrinseci possiamo descrivere:

- la frazione di acidi grassi insaturi e di fosfolipidi;
- la distribuzione fisica dei lipidi;
- altre sostanze chimiche che possono diminuire od aumentare l'irrancidimento;
- il livello di antiossidanti endogeni.

Fra i fattori esterni si possono mettere in conto:

- la concentrazione di ossigeno (aria);
- la superficie esposta all'ossigeno atmosferico;
- la temperatura di conservazione;
- le procedure intraprese per ridurre il danno tissutale;
- l'intensità della luce alla quale il pesce è esposto (8).

Il livello lipidico nei pesci è un parametro specie-specifico: si hanno pesci magri (tenore lipidico anche < 2 %) come nel caso del merluzzo fino a specie grasse (8-20 % di lipidi) come nel caso dell'aringa, dello sgombro e del salmone allevato. Un livello lipidico totale del 5 % è stato indicato come punto di rottura fra pesci magri e pesci a medio livello lipidico.

In aggiunta alla variabilità specie-specifica il livello lipidico può variare con il sesso, la dieta, le fluttuazioni stagionali: per esempio l'aringa può presentare variazioni stagionali dei lipidi dall' 1 al 25 %. É soprattutto l'irrancidimento correlato alla presenza degli acidi grassi polinsaturi (PUFA) che va a determinare lo sviluppo di odori sgradevoli che prendono convenzionalmente il nome di "rancidità".

I prodotti primari della dell'ossidazione degli acidi grassi (gli idrossiperossidi) non sono responsabili della presenza di tali odori anomali, mentre lo sono i prodotti volatili derivanti dall'ossidazione di tali idrossiperossidi (9). Il ciclo dell'ossidazione lipidica è schematizzato nella figura 8.2:

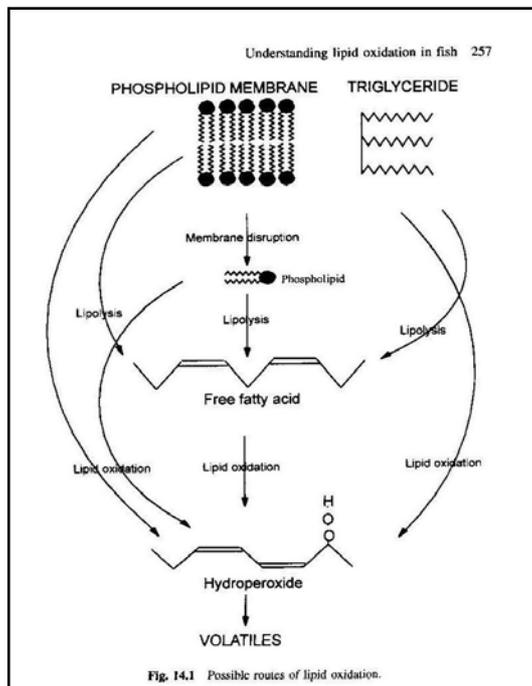


Fig. 8.2 Cascata dell'ossidazione lipidica (9)

Nel pesce congelato, l'irrancidimento si verifica tanto più rapidamente quanto più la temperatura risulta prossima agli 0°C; questa è la ragione per la quale i pesci grassi vanno conservati alla temperatura di -30°C se si vuole evitare la comparsa di questo difetto prima di 4-5 mesi di conservazione. La glassatura può consentire un rallentamento di tali fenomeni. Le prime fasi dell'irrancidimento sono evidenziabili solamente facendo ricorso ad analisi di laboratorio ma successivamente le alterazioni divengono facilmente evidenziabili alla visita ispettiva per il tipico odore e sapore penetrante, colore giallo e consistenza diminuita, conseguenti a formazione di composti con funzione carbonilica. Il prodotto con questo tipo di alterazione dovrebbe essere eliminato dal commercio (85).

Vedremo in seguito i principali indici chimici espressione di irrancidimento ossidativi.

8.1 Acidi grassi liberi

Un incremento degli acidi grassi liberi (AGL) derivante dall'idrolisi enzimatica dei lipidi esterificati nei tessuti del pesce rappresenta un evento consolidato nel *post mortem*. L'aumento degli acidi grassi liberi può essere anche piuttosto consistente. È generalmente associato che l'ossidazione degli acidi grassi liberi avviene più facilmente rispetto a quella dei lipidi esterificati, in particolar modo quando possono essere coinvolti enzimi come la lipossigenasi. Bisogna anche considerare il fatto che la derivazione lipidica degli AGL è dibattuta: possono infatti originare sia dai fosfolipidi che dalla frazione neutra dei lipidi. La formazione di AGL di per se stessa non porta a delle perdite sotto il punto di vista nutrizionale. Però è stato dimostrato che l'accumulo di acidi grassi liberi nel pesce congelato è correlato in larga misura con la perdita di accettabilità del prodotto, in quanto è nota la perdita di consistenza dovuta ad un'interazione con le proteine (80).

Gli AGL non sono solo importanti da un punto di vista dei prodotti dell'ossidazione, ma è stato anche descritto un impatto sensoriale diretto: questo tipo di rancidità è stata descritta in termini di gusto di olio rancido, amaro e metallico (9). In un lavoro effettuato sul merluzzo da Aubourg e Medina (5) i valori in AGL (espressi in g di AGL 100 g⁻¹ di lipidi) al tempo zero e dopo 1 e 3 mesi di stoccaggio a -30°C sono stati pari a 7,14, 5,89 e 9,42.

In un altro lavoro di Aubourg e coll. (6) realizzato su filetti di suro (*Trachurus trachurus*) stoccati a -20°C al tempo zero e dopo 1 e 3 mesi sono stati rilevati valori in acidi grassi liberi pari a 0,60, 1,92 e 3,22. Interessante notare in questo lavoro la maggiore azione

preventiva nei confronti della produzione di acidi grassi liberi svolta dalla conservazione a -80°C.

8.2 Perossidi

Il numero di perossidi (NP) va a misurare gli idrossiperossidi che sono i prodotti primari della ossidazione lipidica, che si possono trasformare in prodotti secondari dell'ossidazione o andare a reagire con le proteine (8). In un lavoro effettuato sul merluzzo da Aubourg e Medina (5) il valore NP (espresso in meq di ossigeno kg⁻¹ di lipidi) al tempo zero e dopo 1 e 3 mesi di stoccaggio a -30°C è stato di 2,0, 2,6 e 2,8. Sempre nel lavoro di Aubourg e coll. (6) eseguito su filetti di suro (*Trachurus trachurus*) al tempo zero e dopo 1 e 3 mesi sono stati registrati valori in NP pari a 3,59, 16,02 e 58,26.

8.3 TBA

Il valore del TBA (*Thiobarbituric acid*) misura i prodotti secondari dell'ossidazione lipidica, che possono anche trasformarsi in altri prodotti chimici. Questo sta a significare che soprattutto in stoccaggi a lungo termine questi valori possono aumentare, raggiungere un picco e poi diminuire. Con una certa alternanza, durante lo stoccaggio congelato di pesce è stato riportato un aumento sostanziale del valore del TBA da ricondurre ad un catabolismo (idrolisi) delle proteine piuttosto che ad un aumento dell'irrancidimento ossidativo (8).

Tabella 8.2 Parametri per misurazioni TBA

Rif. (anno)	Peso, g	Rapporto pesce/ghiaccio	Temperatura, °C	Aggiunta ghiaccio
48 (1997)	410	---	0	SI
31 (2003)	311	---	---	---

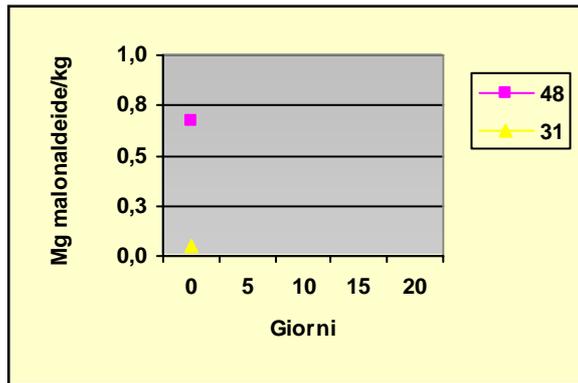


Fig. 8.3 TBA al giorno 0 in orata

Il TBA è un indicatore ampiamente utilizzato per la valutazione del grado d'ossidazione lipidica. Sempre nel lavoro già citato sul merluzzo eseguito da Aubourg e Medina (5) il TBA (espresso in mg di malonaldeide kg^{-1} di lipidi) al tempo zero e dopo 1 e 3 mesi di stoccaggio a -30°C sono stati pari a 0,11, 0,12 e 0,38.

Ancora, nel già citato lavoro di Aubourg e coll. (6) eseguito su filetti di suro (*Trachurus trachurus*), al tempo zero e dopo 1 e 3 mesi sono stati registrati valori in TBA pari a 0,17, 0,76 e 1,04.

Interessante notare in questo lavoro la maggiore azione preventiva nei confronti della ossidazione lipidica esercitata dalla conservazione alla temperatura di -80°C . Infatti le analisi sensoriali hanno dimostrato una *shelf life* ridotta per i filetti stoccati a -20°C che sono stati giudicati non accettabili dopo circa 3 mesi di stoccaggio; nel caso invece dei filetti stoccati a -80°C sono stati considerati ancora accettabili al termine del periodo di stoccaggio di 1 anno.

Per ridurre la formazione di composti volatili associati alla presenza di odori anomali, si cerca di bloccare o rallentare il processo di ossidazione attraverso diverse tecnologie:

- diretta applicazione di sostanze antiossidanti al pesce;
- modificazione della dieta dei pesci allevati;
- imballaggio in atmosfera modificata o sottovuoto;
- corretta gestione del congelamento.

Queste misure servono quindi a prolungare la *shelf-life* del prodotto ed è necessario ottimizzare tutte le potenziali strategie per la materia prima d'interesse, ricordando che il consumatore risulta sempre più esigente e selettivo nei confronti di quei cibi che possono essere percepiti come non naturali o contenenti additivi. Questo sta a significare che il controllo dell'irrancidimento attraverso l'utilizzo di sostanze antiossidanti deve essere ben ponderato (ed infatti il *trend* attuale vede un aumento dell'utilizzo di sostanze naturali come ad esempio estratti vegetali).

In acquacoltura risulta inoltre di primaria importanza l'utilizzo di antiossidanti e la manipolazione dei lipidi della dieta.

9. Analisi sensoriale

L'analisi sensoriale rappresenta una disciplina scientifica usata per evocare, misurare, analizzare, interpretare le reazioni a quelle caratteristiche dei prodotti (alimentari e non) percepibili con gli organi di senso: vista, olfatto, udito, tatto, gusto.

Le *caratteristiche organolettiche* di un prodotto sono quelle che si percepiscono attraverso l'apparato sensoriale. Analisi sensoriale e analisi organolettica vengono in genere usati come sinonimi, anche se oggi si preferisce parlare di analisi sensoriale e di caratteristiche organolettiche.

Negli ultimi vent'anni l'analisi sensoriale con finalità di ricerca o produttive si è notevolmente modificata. Da un lato il progresso delle conoscenze in campo della fisiologia sensoriale e della psicologia della percezione ha contribuito all'elaborazione di nuovi e perfezionati metodi di valutazione sensoriale che, nella totalità dei casi, si avvalgono di tecniche statistiche e matematiche. Dall'altro l'industria moderna, caratterizzata dal grande sviluppo del mercato degli alimenti pronti per l'uso e da una rapida evoluzione dei consumi, ha trovato nei sistemi di analisi sensoriale, finalmente più obiettivi e riproducibili, il mezzo per tradurre in caratteristiche definite le richieste e le preferenze dei consumatori.

L'analisi sensoriale moderna è sempre più utilizzata nell'industria agroalimentare, nella ricerca e nello sviluppo dei prodotti e per il controllo dei processi e della qualità. Questo tipo di analisi sensoriale non si basa più sul giudizio di singoli esperti. La discriminazione, qualificazione e quantificazione delle caratteristiche di un prodotto si fonde sulle risposte date da un gruppo di soggetti appositamente addestrati, sottoposti a test che permettono di escludere le influenze ambientali e psicologiche (64).

9.1 Metodi discriminanti o della differenza fra prodotti

Le prove discriminanti precedono cronologicamente i più complessi test descrittivi, cui si ricorre nel caso in cui si rilevino differenze fra i prodotti. Fanno parte dei test discriminanti i *test di differenza* quali:

- test triangolare;
- test del confronto a coppie;
- test duo-trio;
- test del “due su cinque”;

ed i *test di ordinamento* o *ranking* per i gusti base, il colore, la durezza od altri attributi.

Il test triangolare è il più utilizzato in analisi sensoriale, si applica su prodotti abbastanza omogenei e che non generino affaticamento sensoriale. Trova applicazione quando si cerca di determinare se una differenza può o non può essere percepita (ISO 4120).

Il test triangolare rappresenta un test utilizzato per determinare una differenza sensoriale percepibile, senza che specifiche caratteristiche sensoriali siano specificate o percepite. In questo test ciascun panelista si trova simultaneamente dinnanzi a tre campioni codificati: due sono uguali ed uno è diverso. In pratica ci si trova di fronte alla seguente situazione:



Fig. 9.1 Rappresentazione grafica di un test triangolare

Una volta che tutti e tre i campioni sono stati assaggiati, ciascun panelista è indotto ad indicare quale sia il campione differente. La presenza di tre campioni codificati sta a significare che ciascun panelista deve fare tre differenti comparazioni (A contro B, B contro C e C contro A). Le tre comparazioni necessarie al test triangolare significano che ciascun panelista ha solo il 33% di possibilità di indovinare il campione giusto. Durante il test ciascun panelista decide a quali attributi o caratteristiche sensoriali attribuire maggiore

importanza per evidenziare le differenze fra i campioni (8). Certe aziende poi applicano il cosiddetto *test triangolare esteso* dove, oltre ad identificare il campione spaiato, viene richiesto anche il connotato di base al quale il campione spaiato è stato individuato.

Il numero di panellisti è determinato da condizioni materiali quali la durata dell'esperimento e la quantità di prodotto disponibile. Si deve tenere presente che aumentando il numero di panellisti (o il numero di test somministrati ad un ristretto numero di panellisti, in più sedute) si riduce l'incidenza percentuale delle risposte corrette (su quelle globalmente ottenute) necessarie ad affermare che i due prodotti differiscono significativamente. Per valutare le risposte corrette necessarie al fine di affermare che è stata rilevata una differenza, ci si deve rifare a specifiche tabelle di valutazione.

9.2 *Metodi descrittivi*

L'analisi sensoriale descrittiva consente la descrizione di un prodotto secondo un approccio che è insieme qualitativo (individuazione dei descrittori) che quantitativo (espressione dell'intensità di ciascun descrittore in quel dato campione); possiamo definirla come quella parte dell'analisi sensoriale che cerca di descrivere un prodotto in maniera obiettiva (uguale per tutti) e riproducibile (con risultati analoghi quando ripetuta in una situazione diversa). Si basa sul fatto che certi stimoli sensoriali (visivi, olfattivi, gustativi, tattili) vengono percepiti dagli esseri umani in maniera più o meno simile. L'essere umano, il degustatore, viene considerato come uno strumento di misura, tarato per la determinazione specifica da effettuare e usato con un metodo che permetta di escludere le influenze esterne. L'influenza delle differenze interpersonali, che pure esistono, viene ridotta per mezzo di un'opportuna selezione dei soggetti e di un addestramento che dia a tutti gli stessi punti di riferimento.

Oggetto di questo tipo di analisi sensoriale è la qualificazione e quantificazione delle caratteristiche sensoriali e l'identificazione delle differenze tra un prodotto e l'altro.

Il gruppo di assaggio che cerca di descrivere un prodotto non deve dare indicazioni di gradevolezza, in quanto sono eminentemente soggettive e quindi non valide sul piano descrittivo.

I vantaggi dell'analisi sensoriale sono evidenti quando si pensi all'uso che se ne fa abitualmente: è l'unico sistema che ci permette di sapere come un prodotto viene percepito dal chi lo consuma. Anche se entro certi limiti oggi esistono dei modelli che consentono di conoscere la relazione esistente tra l'intensità di uno stimolo e la grandezza della percezione, questi sono difficilmente applicabili alle normali condizioni di consumo, in cui l'interferenza delle modalità di assunzione e delle altre percezioni concomitanti (consistenza, aromi, altri gusti, sensazioni chimiche diverse) è molto grande e non permette di rapportarsi al modello sperimentale. In altre parole la valutazione delle caratteristiche sensoriali non è sostituibile, nelle maggior parte delle situazioni, con un'analisi fisico-chimica. Questo è ancora più vero per le percezioni complesse come quelle olfattive e aromatiche (odore e *flavour*).

Il metodo vero e proprio può essere distinto in quattro fasi successive.

1. Scelta dei descrittori (analisi qualitativa): in questa prima fase vengono scelti i *descrittori* (detti anche attributi o caratteristiche) che permetteranno di descrivere il prodotto. Essi devono rispondere all'obiettivo di descrivere in maniera completa il prodotto e di discriminare tra prodotti simili. Devono quindi essere scelti secondo criteri di pertinenza, precisione (mancanza di ambiguità), potere discriminante, esaustività ed indipendenza (nel senso che uno non deve essere una conseguenza di un altro o semplicemente un suo sinonimo). Si può ricorrere a descrittori reperiti in letteratura per una certa derrata e/o a suggerimenti di esperti di settore.

2. Calibrazione: in seguito il gruppo di assaggiatori partecipa a diverse riunioni di *calibrazione*, che hanno lo scopo di assicurare che tutti gli assaggiatori usino in maniera equivalente i termini e le scale di intensità proposte, ricorrendo, quando possibile, a campioni di riferimento.
3. Valutazione descrittiva: è questa la valutazione vera e propria, in cui i campioni, presentati in maniera anonima e uniforme, vengono valutati dai degustatori per i descrittori scelti attribuendo valori in scale di diverso tipo a seconda del metodo (64).
4. Elaborazione statistica ed interpretazione dei risultati.

L' ASTM (*American Society for Testing and Materials*) propone una serie di descrittori al fine di poter delineare un profilo sensoriale per Odore e *Flavour* (aroma) che valga per le derrate ittiche. Sono elencati di seguito, in tabella 9.1 (20).

Tabella 9.1 Descrittori per Odore e Flavour di Alimenti Ittici (20)

Descrittore	Definizione	Riferimento/Esempi
<i>Ammonia</i>	Ammoniaca – L’odore caratteristico dell’ammoniaca non profumata	Ammoniaca non profumata in acqua (1:10) – urina vecchia – sgombro stantio, formaggio erborinato sovramaturo
<i>Anchovy</i>	Acciuga – L’odore associato alle acciughe, salato, marinato, di pesce	- - -
<i>Astringent</i>	Astringente - La sensazione sulla lingua o sulla mucose del cavo orale descritta come allappante/asciutta e associata con tannini o allume	Allume – banana acerba, tè forte, bucce d’uva
<i>Bathroom</i>	Latrina – L’odore tipico di un gabinetto sporco o di urina vecchia	- - -
<i>Beany</i>	Di fagiolo – L’odore tipico dei semi di soia e altri legumi; le sostanze aromatiche caratteristiche dell’olio di soia che inizia ad ossidarsi	Esanale, nonanale, altre aldeidi a corta catena; semi di leguminose tenuti a bagno in acqua o in latte ricostituito
<i>Bitter</i>	Amaro – Gusto base associato a soluzioni di caffeina, chinina e ad alcuni altri alcaloidi	Caffeina, chinina, macis, timo, origano, acqua tonica, pompelmo
<i>Briny</i>	Salso – L’odore associato all’aria dell’oceano, all’acqua salata, alle salamoie per marinare	Sale non iodato in acqua, prossimo alla saturazione; gusci di molluschi, alghe, aria di mare, salsa di soia
<i>Buttery</i>	Di burro – L’odore di crema di latte fresca, di burro appena fatto	Scaldare del burro a microonde
<i>Caramel</i>	Di caramello – L’odore tipico delle caramelle toffee	Caramelle al caramello di marca XYZ
<i>Cardboardy</i>	Di cartone – L’odore associato a grassi e oli leggermente ossidati, che ricorda la carta da imballaggio fradicia	Malonaldeide – carta da pacchi bagnata – germe di grano esposto all’aria ed alla luce
<i>Cereal like/Grainy</i>	Di cereali – L’odore associato a cereali, anche interi	Germe di grano fresco in latte scremato

Descrittore	Definizione	Riferimento/Esempi
<i>Cheesy</i>	Di formaggio – L’odore associato a formaggio stagionato; lo spunto aromatico con note di acidi organici come il butirrico e l’isovalerico	Acido butirrico in acqua o latte – Parmigiano Reggiano grattugiato
<i>Chemical</i>	Chimico – Termine generico che si riferisce, per es., a prodotti detergenti, con spunti comunque estranei all’alimento in esame	Odore del Magic Marker (un pennarello) – succo di ciliegia con 500 ppm varichina (solo per odore!)
<i>Chickeny</i>	Di pollo – L’odore associato alla carne bianca di pollo (petto)	Petto di pollo cotto al forno, servito senza pelle
<i>Corn</i>	Di mais – L’odore associato ai chicchi di mais cotti a calore umido	Mais appena cotto (o barattolo appena aperto)
<i>Crustacean</i>	Di crostaceo – L’odore dolce associato alla polpa di granchi, aragoste e gamberi	Polpa di granchio o aragosta appena cotta
<i>Cucumber</i>	Di cetriolo – L’odore associato al cetriolo fresco	Cetriolo fresco
<i>Dairy</i>	Lattiero – L’odore associato al latte vaccino scremato e pastorizzato	Latte scremato pastorizzato
<i>Decaying vegetation</i>	Di erba marcita – L’odore associato a vegetali in decomposizione, in particolare con alghe vecchie, legno in disfacimento, erba di palude	Acqua di vaso contenente fiori da 2 o 3 giorni
<i>Deteriorated/Rotten</i>	Di decomposto – L’odore associato alla frutta marcita	Succo di mela diluito con succo ricavato da mele marce
<i>Earthy</i>	Di terra – L’odore associato alla terra umida, a foglie bagnate, alla buccia di patate bollite ma lasciate leggermente crude	Geosmina, metilisoborneolo, terra da vaso umida, buccia di patate meno che bollite, funghi crudi
<i>Eggy/Sulfury</i>	Di uovo/solfureo – L’odore associato alle uova bollite od all’idrogeno solforato	<u>Di uovo</u> : bollite uova fresche e raffreddate velocemente <u>Solfureo</u> : bollite uova vecchie di 3-4 settimane e raffreddate lentamente

Descrittore	Definizione	Riferimento/Esempi
<i>Fat complex</i>	“Grassi misti” – L’odore associato a grassi lattieri, margarina vegetale fusa, pelle di pollo cotta	Mescolate ed annusate margarina fusa e pelle di pollo bollito
<i>Fecal</i>	Fecale – L’odore associato a complessi proteici in decomposizione	Indolo, scatolo (diluiti sotto cappa) – alcune specie di margherite – pesche in scatola
<i>Fermented (rotten) fruit</i>	Di frutta fermentata – L’odore associato a frutta fermentata o marcia	Butirrato di etile – ananas surmaturato – aroma artificiale di formaggio blu
<i>Fish oil</i>	Olio di pesce – Odore/flavour associati ad olio di pesce vago di rancido, simile all’olio della carne di sgombro	Olio delle sardine in scatola, olio di fegato di merluzzo
<i>Fishy</i>	Di pesce – L’odore associato alla trimetilammina ed al pesce stantio	Trimetilammina – pesce affumicato, tonno in scatola, sgombro esposto ad abuso termico
<i>Fruity</i>	Di frutta – L’odore associato a svariati frutti, esclusi gli agrumi: mele, pere, frutti rossi, frutti tropicali	Butirrato di etile, caprilato di etile, acetato di etile – punch alla frutta – yogurt alla macedonia di frutta – chewing gum alla frutta
<i>Fruity Sulfur</i>	Di frutta/sulfureo – L’odore del melone Cantalupo (popone)	Buccia di Cantalupo – cipolla - aglio
<i>Fuel oil</i>	Di kerosene	Kerosene
<i>Gamey, fish</i>	Di selvatico – L’odore associato ad alcune specie di pesce quali lo sgombro, “pesante” se comparato a quello delicato di una sogliola (in ambito terrestre, potremmo comparare carne di cervo a carne di bovino)	
<i>Gelatin/Starci</i>	Di gelatina/amido – L’odore associato al bianco d’uovo crudo o con l’amido di mais umido	Bianco d’uovo crudo, amido di mais impastato con acqua
<i>Geosmin/Dry, Musty</i>	Geosmina/Ammuffito asciutto – L’odore associato a libri vecchi e legno in disfacimento	Geosmina (25 – 30 ppb) – Libri vecchi

Descrittore	Definizione	Riferimento/Esempi
<i>Green, General</i>	Verde in senso lato – L’odore associato a foglie tagliate di fresco, all’erba, a verdura “verde”	Erba tagliata di fresco e posta in contenitore chiuso – basilico – profumo Charlie
<i>Green, grassy</i>	Di verde, di erba – L’odore leggermente dolce associato all’erba tagliata	Erba tagliata di fresco – fieno – prezzemolo – pesche acerbe
<i>Herbal</i>	Di erba secca – Odore e flavour verdi associati a vegetali essiccati	Rosmarino, salvia o timo essiccati
<i>Hydrogen sulfide</i>	Di idrogeno solforato – L’odore associato a uova marce o liquami	H ₂ S (1 ppb) in vino rosso o bianco, oppure nel tuorlo d’uovo bollito
<i>Iodine</i>	Di iodio – L’odore tipico della sostanza	Iodio
<i>Lumber, New</i>	Di legno “nuovo” – L’odore associato al legno appena tagliato	Segatura
<i>Metallic</i>	Metallico – La sensazione di bocca stimolata, per fare un esempio, da una moneta metallica	Solfato ferroso – integratori a base di ferro – succo di pomodoro in lattina – monete di rame – ghisa bagnata – tonno in scatola al naturale
<i>Methyl Isoborneol Musty, wet</i>	Metil isoborneolo/Ammuffito umido – L’odore associato ad una cantina umida o al terreno smosso di fresco	Metil isoborneolo (25–30 ppb) – Straccio riposto in una busta di plastica quando ancora umido – torba di sfagno
<i>Mouthfilling</i>	Sapido (letteralmente “che riempie la bocca”) Che richiama il glutammato di sodio (MSG); una sensazione di pienezza di sapore che interessa tutto il cavo orale, prodotta da composti come il MSG, il brodo di pollo o quello di carne bovina	Soluzioni di MSG – brodo di pollo o di bovino contenente del MSG
<i>Mushrooms, Button, Raw</i>	Funghi prataioli crudi – L’odore associato alla terra ed alle radici	Da riferimento fa il fungo prataiolo allo stato crudo
<i>Mushrooms, Button, Cooked</i>	Funghi prataioli cotti – L’odore associato a quel tipo di fungo una volta cotto	Fungo prataiolo cotto a microonde

Descrittore	Definizione	Riferimento/Esempi
<i>Nutty</i>	Di noce – L'odore associato alla polpa di noci, nocciole, noccioline, <i>pecans</i> , mandorle	Dimetilpiridina oppure metossipirazine – semi di sesamo tostati – caffè o cacao tostati – formaggio svizzero
<i>Oxidized</i>	Ossidato – Riferito a diversi alimenti, può assumere le valenze di stantio, di cartone, rancido, di vernice, di sego	Olio vecchio
<i>Painty</i>	Di vernice – L'odore associato con l'olio ossidato, simile all'olio di lino e alle vernici basate su di esso	Acido linolenico, pentenale, decatrienale – olio di semi "invecchiato" artificialmente – olio di lino, noci vecchie, burro di arachidi "stanco"
<i>Pineapple, canned</i>	Ananas in scatola – L'odore associato all'ananas in scatola	Ananas in scatola
<i>Pungent</i>	Pungente – Sensazione irritante conseguente all'esposizione a certe sostanze volatili	Rafano, olio di senape, ammoniacca – aceto, cipolla, aglio - cavolfiore
<i>Putrid</i>	Putrido – L'odore associato alle proteine sottoposte a decomposizione anaerobia; vegetali o animali in decomposizione	Piridina (10.000 ppm) – vegetali marci – formaggio Limburger
<i>Rancid</i>	Rancido – L'odore associato ai grassi ed oli ossidati	Olio di girasole abusato termicamente – patatine in busta vecchie
<i>Rotten vegetables</i>	Verdura marcia – Cavoli e cavolfiore cotti	Cavolfiore, broccoli – cipolla, aglio
<i>Salmon complex</i>	Di salmone – L'odore associato al salmone in scatola	Salmone in scatola
<i>Scorched</i>	Strinato – Odore/flavour associato alle proteine surriscaldate per esposizione diretta al calore	Capelli bruciati – bianco d'uovo bruciato
<i>Sour</i>	Acido/acidulo – Gusto base associato a vari acidi organici (citrico, malico, formico, acetico, lattico)	Frutta acerba, agrumi, latte inacidito, aceto, yogurt al naturale, <i>cottage cheese</i> , paste acide

Descrittore	Definizione	Riferimento/Esempi
<i>Sulfide, sulfur</i>	Sulfureo – L'odore associato all'idrogeno solforato, le uova marce	Idrogeno solforato – olio di colza non depurato di odori estranei – uova marce, cavolo
<i>Sweet</i>	Dolce – Gusto base associato a saccarosio o a dolcificanti	Saccarosio, destrosio, glucosio, fruttosio-aspartame
<i>Sweet aromatic</i>	Dolciastro (accezione positiva) – L'odore associato a sostanze che hanno anche gusto dolce, come melasso, zucchero caramellato, zucchero filato, sciroppo d'acero, maltolo	Sciroppo d'acero, marshmallows, melasso
<i>Tongue/Throatburn</i>	Bruciante – Sensazione di bocca che si può rendere solo con la parola in questione, avvertita nel cavo orale e/o nella gola	- - -
<i>Tuna</i>	Tonno – L'odore ed il flavour caratteristici del tonno a pinna gialla in scatola al naturale	Tonno a pinna gialla in scatola al naturale
<i>Turkey, Lean, Cooked</i>	Tacchino, Magro, Cotto – L'odore del muscolo di tacchino cotto	Tacchino in scatola – carne di tacchino appena bollita
<i>Urinous</i>	Di urina – Odore un po' ammoniacale, piuttosto dolce e pungente insieme, che ricorda anche quello di sudore	Soluzioni di cloruro di colina – pannolino bagnato
<i>Vegetable</i>	Vegetale – L'odore di verdura	Miscellanea di verdure
<i>Wheat</i>	Frumento – L'odore associato a questo cereale in chicchi	- - -
<i>Yeasty</i>	Di lievito – L'odore associato al lievito fresco e la fermentazione che questo innesca	Lievito in acqua – Pane lievitato appena cotto – Dolci lievitati appena cotti

Negli ultimi anni, anche in base ad una certa spinta esercitata dai mercati, è emerso un forte interesse nell'ambito dell'analisi sensoriale delle derrate ittiche, in particolar modo in quelle specie considerate pregiate come l'orata; dalla raccolta bibliografica dei dati riguardanti

l'analisi sensoriale in orate è stato possibile raccogliere e schematizzare le seguenti affermazioni:

- Grigorakis e coll. (32) hanno descritto che fra orate selvatiche e di allevamento sussistono notevoli differenze da un punto di vista organolettico, con una superiorità del pesce di cattura. I valutatori in un test triangolare hanno difatti rilevato delle differenze fra orate selvatiche e di allevamento, descrivendo un gusto maggiormente piacevole ed una maggiore consistenza nelle orate selvatiche ed un gusto meno apprezzato per le orate di allevamento;
- differenze di natura organolettica sono state riportate da Orban e coll. (59) fra orate allevate intensivamente ed estensivamente in merito ad una maggiore adiposità-oleosità, succosità ed odore fresco, ed una più bassa fibrosità nel pesce allevato intensivamente;
- la succosità risulta positivamente correlata con il contenuto lipidico dei tessuti (46, 31), mentre a proposito del sapore e dell'odore un certo odore di pesce è stato attribuito all'elevato contenuto lipidico. Pesci grassi offrono una sensazione di bocca piuttosto "succosa", mentre pesci meno grassi risultano in bocca maggiormente asciutti/fibrosi. Si può quindi affermare che la succosità dipende dal contenuto in grassi del muscolo e non dall'umidità (49);
- un sapore migliore e più delicato riscontrato in orate di cattura potrebbe essere attribuito al più elevato numero di composti volatili che contribuiscono all'odore. Anche il contributo dei lipidi all'odore risulta importante, in quanto i lipidi hanno un odore delicato di per se stessi e gli acidi grassi insaturi sono importanti precursori di composti aromatici volatili (31).
- un altro parametro estremamente importante nell'influenzare la qualità organolettica dell'orata è la storia alimentare: la parziale inclusione di fonti lipidiche vegetali può determinare un sapore ed un odore più forte in orate alimentate con olio di soia (46). Anche se queste modificazioni organolettiche causate dalla sostituzione delle fonti lipidiche sono di poco conto, è necessario riservare un'attenzione particolare a queste valutazioni;

- inoltre è importante sottolineare come differenze di consistenza fra selvatico ed allevato possono essere correlate al più elevato contenuto in proteine del pesce di cattura, anche se il contenuto proteico non fornisce informazioni strutturali sulla consistenza muscolare così come altri fattori fra i quali il contenuto in collagene ed il diametro della fibra muscolare (45).

Un lavoro che ha tentato di fornire una base chimica alle diversità sensoriali rilevate fra orate selvatiche e di allevamento è stato eseguito da Grigorakis e coll. (30) ed è riportato nella seguente tabella.

Tabella 9.2 Correlazione fra analisi sensoriale e composti chimici (30)

Composti rilevati	Quantità composto, n		Percentuale composto, %		“Risvolto sensoriale”
	Selvatico	Allevato	Selvatico	Allevato	
Alcool	10	9	55,3	42,4	Smooth flavour; gli alcool a 9 atomi di carbonio determinano un aroma di melone-cocomero
Aldeidi	8	8	14,1	13,7	
Chetoni	9	8	13,2	14,0	Aroma di frutta, vegetale, note floreali
Composti aromatici	13	12	8,0	9,6	Di derivazione ambientale; dalla degradazione di zuccheri/amminoacidi; da carotenoidi
Terpeni	7	3	1,4	6,4	Aroma di pino, conifera, limone; presenti negli oli essenziali
Composti solforati	0	1	0	0,2	Anche in bassa concentrazione determinano i caratteristici odori del pesce stantio
Cloroformio e trimetilammina	2	2	3,6	7,3	Trimetilammina determina i caratteristici odori del pesce stantio
Furani			2,1	3,7	
Acidi			2,3	2,5	

Si può inoltre ricordare, come già visto, che anche il diverso profilo in acidi grassi fra selvatici ed allevati può avere dei riflessi sulla formazione di diversi composti volatili che, conseguentemente, andranno ad esprimersi in differenze di ordine sensoriale. Ad esempio sempre nel lavoro di Grigorakis e coll. (30) nel caso di composti derivanti dall'acido arachidonico come l'esanale sono stati trovati in elevate concentrazioni nel pesce di cattura, fenomeno che va di pari passo con il ritrovamento di elevati livelli di questo acido grasso nel pesce di cattura stesso.

CAPITOLO III – SEZIONE SPERIMENTALE

SCOPO DELLA RICERCA

Con la presente indagine si è inteso caratterizzare sotto diversi punti di vista la polpa derivante da orata allevata con sistema d'allevamento intensivo, di valle ed in gabbie galleggianti, sia allo stato crudo, sia dopo due tecniche di cottura.

Ai fini della caratterizzazione dietetico nutrizionale, oltre alla determinazione della composizione centesimale ed in macro e microelementi della polpa, particolare importanza è stata attribuita alla composizione quanti-qualitativa in acidi grassi dei lipidi intramuscolari, per apprezzarne la capacità di concorrere alla copertura dei fabbisogni in acidi grassi polinsaturi della serie *n-3*.

Sotto il profilo della valutazione della *shelf life* si è voluto verificare la risposta del pesce in merito ad una conservazione sotto ghiaccio applicando metodi sensoriali, fisici e chimici. Sempre a proposito della capacità di resistere alle sollecitazioni temporali si è voluto verificare l'incidenza esercitata da una comune tecnica di conservazione, il congelamento, sull'integrità dei lipidi intramuscolari dopo un periodo di stoccaggio prolungato.

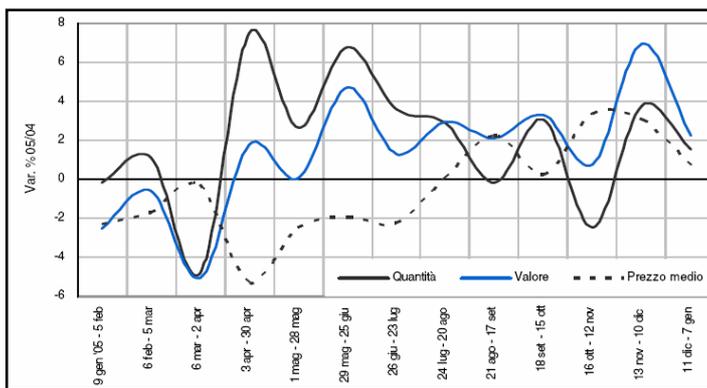
Con la caratterizzazione sensoriale si è infine cercato di identificare le differenze nelle caratteristiche organolettiche che possono intercorrere tra orate provenienti da differenti tipologie d'allevamento

Si è stabilito di prelevare ciascun lotto di pesci senza intervenire su alcuna caratteristica gestionale al fine di ottenere un campione specchio di ogni sistema di allevamento.

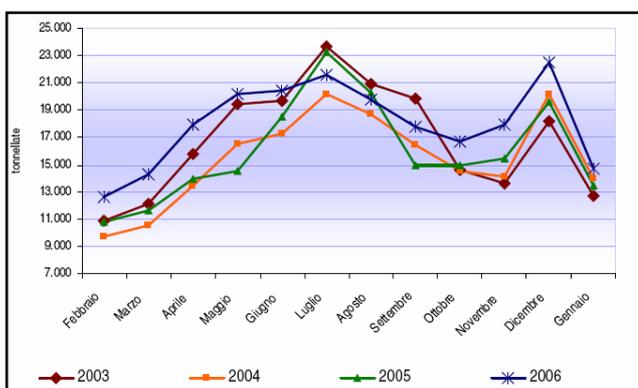
Si è inoltre scelto di prendere in considerazione una taglia commerciale di particolare impatto sui mercati cioè la 300-400 g. Questa taglia rappresenta un vantaggioso punto di convergenza fra le aspettative del consumatore e le esigenze dell'allevatore: il primo alla

ricerca di un prodotto di taglia “easy” ad un costo contenuto, il secondo di un buon compromesso da un punto di vista della tempistica d’immissione del prodotto sul mercato e dei ricavi.

É di sostanziale importanza precisare che si è deciso di prelevare il pesce dalle diverse tipologie d’allevamento nel periodo temporale da ottobre a gennaio: tale periodo rappresenta un momento di elevato consumo di pesce (legato soprattutto alle festività natalizie) come si può apprezzare dai grafici seguenti:



Andamento mensile degli acquisti domestici di prodotti ittici in Italia (var. % 05/04)
[ISMEA, 2008](#)



Andamento mensile degli acquisti in volume di prodotti ittici in Italia
[ISMEA, 2008](#)

Quindi quello considerato rappresenta uno dei periodi in cui può essere di forte interesse per il consumatore conoscere le caratteristiche del pesce acquistato. Inoltre, per quanto riguarda l’allevamento di valle, la pesca degli animali risulta fortemente legata proprio al periodo che va da ottobre a dicembre.

MATERIALI E METODI

10. Modalità di allevamento

10.1 Intensivo

Si è precedentemente affermato che, parlando di allevamento intensivo, si fa riferimento a sistemi che consentano di allevare pesce grazie al controllo di una serie di parametri sia ambientali che alimentari. A tale tipologia di allevamento è stato assimilato il Laboratorio di Acquacoltura del Corso di Laurea in Acquacoltura ed Ittiopatologia. Si è così deciso di utilizzare orate che riproducessero le condizioni presenti in un allevamento di tipo intensivo, provenienti da una precedente prova di alimentazione condotta presso il suddetto laboratorio.

10.1.1 Ambiente

La prova sperimentale è stata effettuata a Cesenatico (FC), nei locali del Laboratorio di Acquacoltura del Corso di Laurea in Acquacoltura ed Ittiopatologia, sito in Via dei Mille, 160.



Fig. 10.1 L'impianto di sperimentazione

Sono state utilizzate vasche troncoconiche in vetroresina, dalla capacità di circa 800 litri. L'impianto è composto da un sistema di ricircolo costituito da:

- *vasca di sedimentazione;*
- *filtro meccanico a sabbia;*
- *lampade UV;*
- *filtro biologico.*

Tale sistema ha consentito il controllo qualitativo dei composti azotati che si sono mantenuti a valori particolarmente bassi ($\text{NH}_4^+ < 0,10$ mg/l, $\text{NO}_2 < 0,10$ mg/l).

L'impianto utilizzato presenta inoltre un sistema d'ossigenazione e di climatizzazione dell'acqua. L'ossigenazione dell'acqua è stata ottenuta grazie ad un sistema ad ossigeno liquido che ha consentito il mantenimento di valori di ossigeno disciolto sempre superiori alla saturazione (range 101-120%).

Per quanto riguarda la temperatura dell'acqua, è stata mantenuta costante a $24 \pm 1^\circ\text{C}$ tramite climatizzazione dell'aria.

La CO_2 disciolta è stata monitorata settimanalmente risultando sempre inferiore a 10 mg/l. Il pH è stato mantenuto attorno ad un valore di 8,00 e la salinità attorno al 30 ‰.

L'impianto a ricircolo è stato alimentato con acqua di mare, portata in impianto tramite autocisterna e successivamente stoccata in cisterne dove è stata trattata con l'utilizzo di ipoclorito di sodio. Tale fonte idrica è stata utilizzata per garantire periodici ricambi dell'acqua.

Infine i pesci sono stati mantenuti con un fotoperiodo costante di 12 ore/giorno tramite luce artificiale.

10.1.2 Pesci

Per la prova sono state utilizzate 60 orate (*Sparus aurata*) dal peso iniziale di circa 250 grammi, provenienti da una precedente prova di alimentazione; distribuite con una densità di 30 individui/vasca. Tali orate sono state portate alla taglia desiderata (taglia commerciale 300-

400 grammi) nel periodo temporale di 30 giorni. I pesci sono stati prelevati nell'ottobre del 2006.

10.1.3 Modalità di alimentazione e pesca

Durante il mese di prova tali animali sono stati alimentati con mangime commerciale contenente il 46 % di proteine ed il 21 % di lipidi. Il mangime è stato somministrato in ragione dell'1,5 % di peso vivo/giorno dal lunedì al sabato ed è stato distribuito nell'arco di 8 ore tramite alimentatori a nastro.

Al termine della prova sperimentale, dopo 24 h di digiuno, i pesci sono stati pescati tramite retino e sacrificati in un recipiente contenente acqua dell'impianto e ghiaccio in parti eguali.

10.2 Valle

10.2.1 Ambiente

Le orate sono state prelevate presso Valle Smarlacca S.r.l., Via Romea 374, Primaro (RA). Valle Smarlacca è una valle da pesca salmastra utilizzata per attività di acquacoltura.

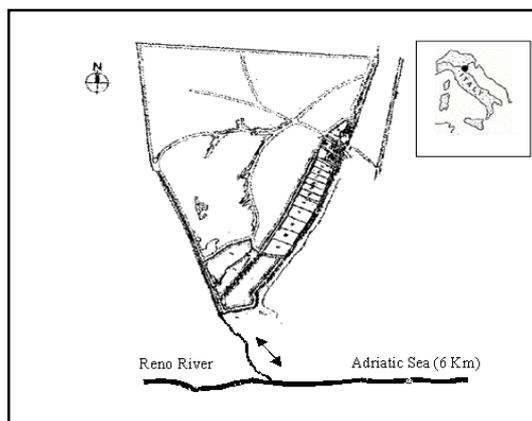


Fig. 10.2 Cartografia di Valle Smarlacca

La profondità dell'acqua varia da 0,5 a 2 m e la salinità, a secondo della stagione considerata, da 14 a 30 ‰. La temperatura dell'acqua nel corso dell'anno raggiunge temperature minime prossime a 0°C (per tale motivo durante il periodo di maggior rigore le orate vengono confinate in peschiere con acqua riscaldata al fine di non scendere sotto la temperatura di 5°C) fino a massimi estivi, dipendenti dall'andamento climatico stagionale, ma stimabili attorno a 34°C.

10.2.2 Pesci

Per la prova sono state utilizzate 60 orate (*Sparus aurata*) di taglia commerciale 300-400 grammi. Tali orate, allevate estensivamente, sono state prelevate nel mese di novembre 2006 da un laghetto di stoccaggio dove vengono routinariamente stabulate senza essere alimentate fino al momento della commercializzazione (nel nostro caso il tempo di permanenza in tale laghetto è stato di circa 15 giorni).



Fig. 10.3 Prelievo delle orate dal laghetto di stoccaggio

10.2.3 Modalità di alimentazione e pesca

Tali animali non sono stati alimentati tramite il ricorso a mangimi commerciali ma hanno tratto nutrienti esclusivamente dalle risorse messe a disposizione dall'ecosistema della valle. Sul fondo vallivo è

infatti presente un *benthos* costituito da Molluschi (Gasteropodi e Bivalvi), Anellidi (Policheti), Crostacei (Decapodi, Isopodi e Antipodi), Spugne, attinie, larve di Insetti. Dalla sua qualità e, soprattutto dalla sua quantità, dipende la produttività di una valle (11). Il periodo di allevamento ha avuto la durata di due anni. La semina è avvenuta utilizzando pesci provenienti da avanotteria. I pesci sono stati prelevati dal laghetto di stoccaggio tramite sciabica e retino, e sacrificati in un contenitore contenente acqua di valle e ghiaccio in parti eguali.



Fig. 10.4 Prelievo dal laghetto di stoccaggio



Fig. 10.5 Modalità di uccisione con acqua/ghiaccio

10.3 Gabbie galleggianti

10.3.1 Ambiente

Le orate sono state prelevate da un allevamento in gabbie galleggianti sito a Monfalcone (GO).



Fig. 10.6 L'impianto di allevamento

Sono state utilizzate delle gabbie galleggianti dalle dimensioni di circa 1000 m³ con una densità del pesce variabile da 10 a 12/kg m³.

10.3.2 Pesci

Per la prova sono state prelevate 60 orate (*Sparus aurata*) sempre della taglia citata in precedenza. Il prelievo è avvenuto nel mese di gennaio 2007. È stato possibile stimare l'età dei soggetti prelevati attorno ai 2 anni.

10.3.3 Modalità di alimentazione e pesca

Durante l'ultimo periodo di stabulazione all'interno delle gabbie i pesci non sono stati alimentati a causa della bassa temperatura dell'acqua. Quindi si può affermare che i pesci prelevati provenivano da un periodo di digiuno di circa 2 mesi. In autunno è stato fornito agli animali un mangime con un minor tenore lipidico (proteine attorno al 45 % e lipidi attorno al 16-18 %) associato a mangimi contenenti immunostimolanti: è pratica comune effettuare tale periodo di preparazione all'inverno al fine di evitare una patologia ad eziologia

metabolica, molto diffusa nell'allevamento dell'orata, che prende il nome di *Winter disease*. I pesci sono stati pescati calando delle reti a sacco all'interno della gabbia galleggiante ed uccisi per immersione in acqua di mare e ghiaccio.

Dal momento della pesca in poi i pesci provenienti dalle tre tipologie d'allevamento hanno subito lo stesso trattamento.

Sono pervenuti in laboratorio stoccati in una ghiacciaia in plastica coperti di ghiaccio in parti eguali sia sotto che sopra cercando di mantenere in ogni situazione il medesimo intervallo temporale fra il momento di prelievo e l'avvio delle operazioni di laboratorio.

I pesci sono stati poi indirizzati alle diverse procedure di laboratorio secondo lo schema seguente :

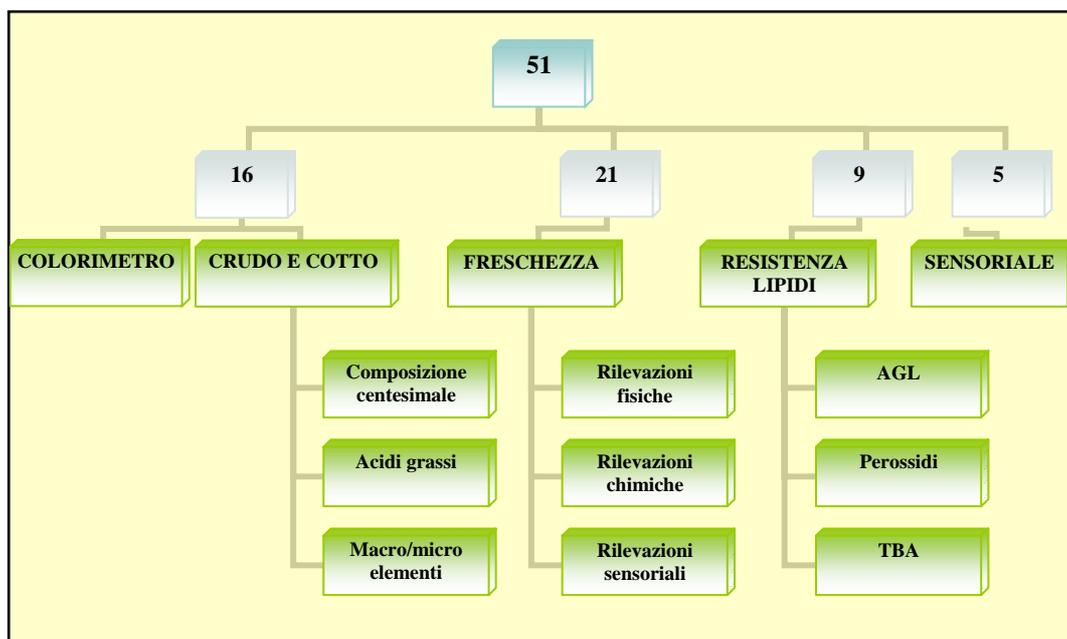


Fig. 10.7 Schema distribuzione orate

11. Analisi colorimetrica

Prima di iniziare la lavorazione dei pesci è stata effettuata l'analisi colorimetrica strumentale servendosi di un colorimetro. Tale indagine è stata effettuata su un numero di sedici esemplari (gli stessi destinati alle analisi chimiche su crudo e cotto). Le zone scelte come sede d'osservazione rappresentano zone di colorazione peculiare per la specie ittica in questione.

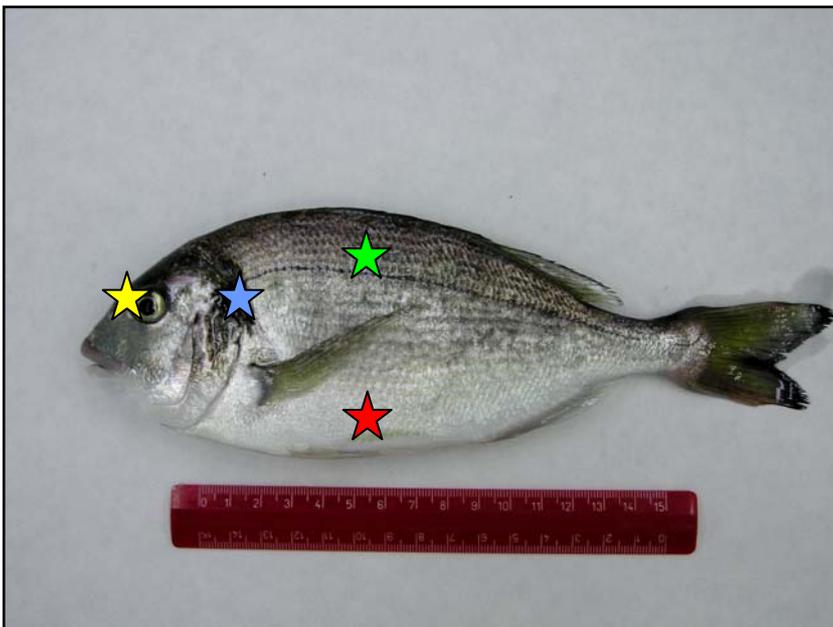


Fig. 11.1 Zone d'indagine colorimetrica

Le zone sede di rilevazione (fig. 11.1) sono state le seguenti:

1. Stella gialla: zona linea infraorbitaria (fascia dorata da cui il nome della specie).
2. Stella azzurra: zona macchia postopercolare (macchia nera posta subito sopra l'opercolo all'origine della linea laterale).
3. Stella verde: zona dorsale (alla metà del pesce, sopra la linea laterale, colore azzurrognolo argenteo).
4. Stella rossa: zona ventrale (alla metà del pesce, sotto la linea della pinna pettorale).

Le grandezze utilizzate sono state L^* , a^* e b^* . Sono state anche quantificati altri due parametri, *Chroma* e *Tinta*, che derivano dalle seguenti operazioni matematiche:

$$Chroma = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

$$Tinta = \arctan b^* / a^*$$

Si è scelto di effettuare la misurazione unicamente dal lato che non poggiava sul ghiaccio al fine di evitare di effettuare la lettura su eventuali aree discromatiche provocate dalla pressione esercitata sui tessuti.

É stato utilizzato un colorimetro Minolta Chromameter CR-200 (Minolta Camera, Osaka, Giappone) con un foro d'uscita del flash di 8 mm, corrispondente alla superficie di misurazione. Prima dell'analisi lo strumento è stato calibrato utilizzando una piastra di ceramica.

I dati emersi dall'indagine colorimetrica sono stati successivamente analizzati anche attraverso il ricorso ad un software (Adobe Photoshop 7.0) grazie al quale è stato possibile ottenere un riferimento visivo.

12. Preparazione del campione

12.1 Ottenimento della porzione edule cruda

Ogni pesce è stato pesato, desquamato e sottoposto ad eviscerazione (fig. 12.1); operando un taglio lungo la linea mediana, dalla apertura anale verso la regione giugulare, si è aperta la cavità addominale ed è stato asportato l'intero pacchetto viscerale lasciando il cuore *in situ*. Per isolare la porzione edule, il filetto, si è proceduto nel modo seguente: con il bisturi si è praticata una doppia incisione lungo la spina dorsale (fig. 12.1), a sinistra e a destra della stessa, iniziando subito caudalmente alla testa fino al peduncolo caudale; un'altra doppia incisione è stata effettuata nella regione ventrale (fig. 12.3), a sinistra e a destra della pinna anale, dalla pinna anale fino al peduncolo caudale.



Fig. 12.1 Eviscerazione



Fig. 12.2 Incisione lungo la spina



Fig. 12.3 Incisione nella regione ventrale

Per completare l'isolamento del filetto si è proceduto ad un'ulteriore incisione, passante dietro l'opercolo (fig. 12.4), semicircolare ed a tutto spessore (fino alla cavità branchiale), che incrociava dorsalmente l'incisione praticata lungo la spina dorsale. Questa incisione escludeva la pinna pettorale e la pinna ventrale che rimanevano sulla carcassa.



Fig. 12.4 Incisione passante dietro l'opercolo



Fig. 12.5 Pinna pettorale sulla carcassa

Approfondendo con il bisturi le incisioni che ne avevano segnato il perimetro (fig. 12.6) e raschiando il muscolo dalle coste, si è riusciti ad isolare il filetto, prima il sinistro e poi il destro. Con pinze anatomiche si è proceduto alla pulizia dei filetti togliendo i processi laterali che si trovavano nel muscolo e si è proceduto alla spellatura.



Fig. 12.6 Approfondimento incisioni



Fig. 12.7. Isolamento del filetto



Fig. 12.8 Carcassa



Fig. 12.9 Registrazione peso filetti

Prima di procedere alla macinazione del campione è stato registrato il peso della porzione edule così ottenuta (fig. 12.9).

Uno dei due filetti di ogni pesce è stato macinato con un Multiquick System ZK100 (Braun GmbH, Kronberg, Germania) usato ad impulsi (due impulsi da due secondi ciascuno). Il campione macinato è stato poi porzionato in sacchetti di plastica pre-etichettati e conservato in congelatore a -20°C fino a successive analisi.

I filetti da cuocere sono stati temporaneamente collocati in frigorifero (temperatura $+4^{\circ}\text{C}$) fino a successiva cottura.

13. Cottura e rese

I due tipi di cottura prescelti sono quindi stati: con calore secco (padella antiaderente senza grassi aggiunti - *pan frying*) e con calore umido (cartoccio). A seguire una schematica descrizione:

13.1 Cottura in padella antiaderente (*pan-frying*)



Fig. 13.1 Piastra e teglia antiaderente

- I filetti sono stati posti sulla superficie della teglia antiaderente posta sopra la piastra (fig. 20), precedentemente preriscaldata, dal lato della pelle (temperatura di 170°C rilevata con termocoppia).



Fig. 13.2 Filetti su teglia antiaderente

- Tempo di cottura: stimato attorno a 9-10 minuti ma dipendente dal tempo necessario al raggiungimento della temperatura desiderata (risulta necessario valutare attentamente la temperatura raggiunta al cuore in quanto potrebbe esserci una

minore temperatura della piastra nelle porzioni laterali, con conseguente prolungamento del tempo di cottura).

- Trascorso il tempo necessario, utilizzando una termocoppia, si è rilevata la temperatura al cuore del filetto (temperatura attesa 70°C).
- Se la temperatura al cuore risultava quella attesa si prelevavano i filetti e venivano poi posti a raffreddare su supporti in plastica rigida (*rack*) fino al raggiungimento di una temperatura di circa 30°C (rilevazione sempre tramite termocoppia).
- Raggiunta la temperatura precedentemente citata i filetti sono stati pesati individualmente.
- Dopo le operazioni di pesatura si è proceduto con l'asportazione della pelle e l'omogeneizzazione del campione con un frullatore Multiquick System ZK100 (sufficienti 2 impulsi da 2 secondi).
- Si sono posti i campioni in sacchetti di plastica pre-etichettati che sono stati conservati in congelatore a -20°C fino a successive analisi.

13.2 Cottura al cartoccio



Fig. 13.3 Forno elettrico autoventilato

- I filetti sono stati posti in un foglio di carta da forno di dimensioni adeguate (il lato con la pelle sul “fondo” del cartoccio); sono stati chiusi i bordi sui tre lati liberi. Questo primo cartoccio è stato poi posto in un secondo foglio di carta da forno eseguendo le operazioni di chiusura precedentemente

descritte (ciascun “cartoccio” è stato codificato con un numero di identificazione).

- I “cartocci” sono stati posti in forno precedentemente riscaldato alla temperatura di 190°C.
- Tempo di cottura: 14 minuti.
- Trascorso questo tempo si è aperto ciascun cartoccio e, utilizzando una termocoppia, si è andati a rilevare la temperatura al cuore del filetto (temperatura attesa 70°C).
- Raggiunta la temperatura prevista al cuore sono stati tolti i cartocci dal forno ed i filetti sono stati posti a raffreddare su supporti in plastica rigida (*rack*) fino al raggiungimento di una temperatura di circa 30°C (rilevazione sempre tramite termocoppia).
- Raggiunta la temperatura precedentemente citata i filetti sono stati pesati individualmente.
- Dopo le operazioni di pesatura si è proceduto con l’asportazione della pelle e l’omogeneizzazione del campione con un frullatore Multiquick System ZK100 (sufficienti 2 impulsi da 2 secondi).
- I campioni sono stati posti in sacchetti di plastica pre-etichettati che sono stati poi conservati in congelatore a -20°C fino a successive analisi.

13.3 Rese

I parametri inerenti le rese di macellazione sono state raccolti su un numero di 16 esemplari per ciascuna tipologia di allevamento (gli stessi soggetti destinati alle lavorazioni crudo/cotto). Per quanto riguarda la resa di eviscerazione, espressa in termini percentuali, deriva dal seguente calcolo matematico:

$$\text{RESA DI EVISCERAZIONE} = \text{PESO EVISCERATO} / \text{PESO CORPOREO} * 100$$

Invece per ottenere la resa in filetti senza pelle, espressa in termini percentuali, abbiamo applicato il seguente calcolo matematico:

$$\text{RESA IN FILETTI} = \text{PESO FILETTI} / \text{PESO CORPOREO} * 100$$

Per quanto riguarda le rese per le due tipologie di cottura sono state calcolate applicando la seguente formula:

$$\text{RESA COTTURA} = \text{PESO FILETTO COTTO} / \text{PESO FILETTO CRUDO} * 100$$

14. Analisi chimiche nutrizionali

Le analisi chimiche nutrizionali sono state effettuate su un numero di 16 esemplari. Le analisi riguardanti la polpa allo stato crudo hanno riguardato 16 esemplari, mentre un numero di 8 esemplari per tesi è stato destinato a ciascuna tipologia di cottura. Tutte le analisi sono state effettuate su campione scongelato tranne per la determinazione dell'umidità la cui metodica è stata applicata su campione fresco.

14.1 Determinazione di umidità, proteine e ceneri

La determinazione del tenore in umidità, proteine e ceneri di tutti i campioni ottenuti è stata eseguita secondo le indicazioni dell'*Association of Official Analytical Chemists* del 2000 (4).

In particolare per la determinazione dell'umidità sono state usate capsule di porcellana precedentemente pesate su bilancia analitica. Cinque grammi di campione sono stati pesati nelle capsule e lasciati essiccare in stufa a $102 \pm 2^\circ\text{C}$ per 24 h e comunque fino a peso costante; estratte dalla stufa, le capsule sono state poste in essiccatore, lasciate raffreddare ed infine pesate sulla bilancia analitica secondo il metodo AOAC N° 950.46B.

Per quanto concerne le proteine 1 g di campione, è stato sottoposto a mineralizzazione con un catalizzatore e acido solforico, per permettere la trasformazione di tutto l'azoto organico in inorganico; successivamente, tramite titolazione Kjeldhal con NaOH (effettuata automaticamente dallo strumento Vapodest 50) è stato quantificato l'azoto inorganico presente. Il calcolo del contenuto di proteina grezza è stato quindi ottenuto moltiplicando il valore di azoto per il coefficiente 6,25 secondo il metodo AOAC N° 928.08.

Per la determinazione delle ceneri sono state utilizzate le stesse capsule con cui è stata determinata l'umidità. Le capsule, sono state poste in muffola a 550°C per 4 ore e comunque fino al

raggiungimento di colore grigio biancastro del campione incenerito secondo il metodo AOAC N 920.153.

14.2 Determinazione dei lipidi

La determinazione in lipidi dei campioni crudi e cotti è stata ottenuta con la metodica descritta da Folch e coll. (19). I lipidi estratti sono stati risospesi con una miscela di cloroformio/metanolo (2/1; v/v) addizionata dell'1 % di idrossitoluene butilato (BHT) come antiossidante. I lipidi sono poi stati trasferiti in flaconcini di vetro ambrati, chiusi ermeticamente e conservati in congelatore a -20°C fino all'analisi gascromatografica.

Tutte le determinazioni chimiche sono state eseguite in doppio.

Per il calcolo dell'Energia è stata utilizzata l'equazione proposta da Wheaton e Lawson (91) che, semplificando, consiste nel moltiplicare per 4 il valore in proteine e per 9 il valore percentuale lipidico.

14.3 Determinazione della composizione acidica

I campioni di lipidi estratti sono stati metilati secondo il metodo descritto da Christie (12) usando metil acetato ed una soluzione 1 M di metossido di sodio in metanolo. I metil esteri ottenuti sono stati raccolti in esano ed iniettati manualmente nel gascromatografo per l'analisi compositiva. Per l'analisi gascromatografica è stato usato il gascromatografo GC Varian 3380 (Varian Inc., Palo Alto, CA, USA) equipaggiato con un detector a ionizzazione di fiamma ed operante con un rapporto di splittaggio 20:1. La colonna usata è stata una DB-23 J&B (30 m x 0,32 mm i.d. 0,25 µm *coating thickness*). Le temperature dell'iniettore e del detector sono state rispettivamente di 230°C e 300°C. Il forno colonne ha seguito una programmata da una temperatura di 150°C fino a 230°C con una rampa di 5°C al minuto ed è rimasto a tale temperatura per 9 minuti. La durata totale della corsa gascromatografica è stata di 25 minuti. Il detector a ionizzazione di

fiamma è stato alimentato da un flusso di aria ed idrogeno rispettivamente di 300 e 30 ml/min, mentre il gas *carrier* usato è stato azoto ad un flusso di 2 ml/min.

L'identificazione dei metil esteri è stata effettuata mediante la comparazione con i tempi di ritenzione di acidi grassi noti presenti nelle miscele PUFA n°1 e PUFA n°3 (Sigma-Aldrich Corporation, St. Louis, MO, USA).

Il risultato è stato espresso in % degli esteri metilici degli acidi grassi (composizione acidica qualitativa).

La composizione acidica quantitativa (acidi grassi espressi in g/100 g di porzione edule) è stata stimata usando una delle formule di conversione suggerite da Weihrauch e coll. (90). Questa formula, noto il tenore lipidico della porzione edule, permette di convertire, mediante l'applicazione di un fattore di conversione (FC), il valore degli acidi grassi espresso in percentuale sulla totalità degli acidi grassi in un valore di peso.

Il fattore di conversione per i pesci proposto da Weihrauch e coll. (90) è il seguente:

$$FC = 0,933 - (0,143/\text{lipidi totali})$$

Per esempio, per un pesce con un tenore lipidico totale pari al 10 % il FC vale 0,9187, il che equivale a dire che la somma degli acidi grassi di quel pesce corrisponde al 91,87% dei lipidi totali, cioè a 9,187 g per 100 g di porzione edule. Ogni singolo esemplare di pesce possiede un suo FC che varia in funzione del proprio tenore lipidico.

Dopo aver determinato il FC di ogni pesce si è provveduto a calcolare il contenuto di ogni singolo acido grasso (AG) in 100 g di polpa, come precisato a seguire:

$$\text{g AG/100 g polpa} = [(\% \text{ AG} * \text{FC})/100]$$

14.4 Indici di qualità dei lipidi

Sulla base della composizione quantitativa ottenuta, sono stati calcolati tre indici considerati di importanza nutrizionale:

- Flesh Lipid Quality (FLQ): si ottiene dal rapporto tra la somma di EPA e DHA (espresso in grammi) ed il contenuto di lipidi (espresso in grammi) di 100 grammi di porzione edule (77). L'indicazione di questo indice è facilmente intuibile, maggiore è il rapporto migliore è la fonte lipidica.
- MUPU/SFA: si ottiene dal rapporto tra i gli acidi grassi monoinsaturi più quelli polinsaturi e la somma dei saturi a cui si è sottratto l'acido oleico $(MUFA+PUFA)/SFA - C18:0$;
- PUFA/SFA: si ottiene dal rapporto tra i la somma degli acidi grassi polinsaturi e la somma dei saturi a cui viene sottratto l'acido stearico $(PUFA/SFA - C18:0)$.

Tali indici sono stati proposti da Echarte e coll. nel 2001 (16). Tra gli acidi grassi saturi, temuti perché in grado di provocare un aumento della colesterolemia, l'acido miristico è considerato il più aterogenetico e presenta un potenziale ipercolestermico quattro volte superiore rispetto all'acido palmitico, mentre l'acido stearico risulta neutrale (37). Valori più elevati in questi due indici indicano un maggior contributo rispettivamente di $(MUFA + PUFA)$ e di PUFA a scapito della componente in acidi grassi saturi meno sana.

14.5 Determinazione del tenore in macro e micro elementi

Settecento milligrammi di campione macinato sono stati posti in tubi in teflon per mineralizzatore a microonde; 3 ml di acido nitrico al 65% (Romil, Super Purità Acid) e 0,5 ml di perossido di idrogeno (Merk, Suprapur®) sono stati aggiunti al campione. I campioni così preparati sono stati posti nel mineralizzatore a microonde in pressione Milestone 1200 Mega (Milestone Inc., Shelton CT, USA) con il programma termico illustrato a seguire

Tab. 14.1 Programma termico usato per mineralizzazione

Step	Potenza (W)	Tempo (min)
1	250	2
2	0	2
3	250	5
4	400	5
5	500	2
6	600	5

Una volta raffreddato a temperatura ambiente il campione mineralizzato è stato portato a volume di 50 ml con acqua bidistillata in matracci tarati e conservato fino al momento delle analisi.

Per la determinazione analitica è stata utilizzata la tecnica della spettrometria di emissione atomica con eccitazione a plasma ad induzione (ICP-OES). È stato utilizzato un ICP sequenziale Optima 2100 DV della Perkin-Elmer con configurazione della torcia radiale.

14.6 Ritenzione dei nutrienti

La ritenzione vera dei nutrienti è stata calcolata applicando la seguente formula come suggerito da Murphy e coll. (57):

$$\mathbf{RV_N = [NCOTTO] / [NCRUDO] * RESA DI COTTURA}$$

Dove:

- RVn: ritenzione vera di un nutriente;
- [Ncotto]: concentrazione del nutriente in esame nel cotto;
- [Ncrudo]: concentrazione del nutriente in esame nel crudo.

15. Freschezza

Un numero di 21 esemplari è stato posto in stoccaggio refrigerato fra 0 e + 2°C in cassette di polistirolo autodrenanti sotto ghiaccio in scaglie fondente (rapporto ghiaccio/pesce 2:1), ricostituito in caso di necessità. È da sottolineare, che tutte le valutazioni sensoriali, le successive riprese fotografiche e le operazioni di campionamento per successive analisi fisico-chimiche sono state effettuate in condizioni di luce controllata così come proposto da Martinsdóttir e coll. (52). Nello specifico si è lavorato sotto luce a giorno con una temperatura di colore di 6500°K erogata da tubi fluorescenti Philips Master TL-D 36W/865, al fine di garantire sull'area operativa un'intensità d'illuminazione media di 1200 lux. L'ambiente di lavoro è stato mantenuto alla temperatura di 20°C e comunque durante le valutazioni, al fine di evitare problematiche correlate alla permanenza fuori frigorifero dei campioni, ciascun esemplare è stato collocato su una superficie refrigerante di misura adeguata.

15.1 Rilevazioni sensoriali

A cadenze stabilite, tre esemplari sono stati prelevati e valutati da un *panel* preliminarmente addestrato costituito da 5 operatori che sono andati ad applicare indipendentemente gli schemi proposti. I giorni di osservazione sono stati quelli rappresentati in figura 15.1.

Tabella 15.1 Tempistica osservazioni

Giorno	0	1	3	6	9	12	16
Osservazioni	1	2	3	4	5	6	7

15.1.1 Schema UE

È stato utilizzato la griglia UE per il pesce bianco, dapprima come tale, cioè con l'assegnazione “a colpo d'occhio” della categoria di

appartenenza dell'esemplare (c.d. approccio sintetico), poi secondo una nuova versione, ridisegnata secondo lo stile QIM per facilitare la comprensione di quali siano i parametri da cui più direttamente dipende la scelta della categoria UE in cui far ricadere l'esemplare in esame ed esemplificata nella tabella seguente:

Tabella 15.2 Schema UE per pesce bianco

PARAMETRO	CRITERIO	CATEGORIA
Pelle	Pigmento vivo e cangiante o opalescente; senza tracce di decolorazione	E
	Pigmentazione viva ma priva di lucentezza	A
	Pigmentazione spenta in via di decolorazione	B
	Pigmentazione spenta	C
Muco cutaneo	Acquoso, trasparente	E
	Leggermente torbido	A
	Lattiginoso	B
	Muco grigio-giallognolo, opaco	C
Occhio	Convesso (sporgente); pupilla nera brillante; cornea trasparente	E
	Convesso e leggermente infossato; pupilla nera spenta; cornea leggermente opalescente	A
	Piatto; cornea opalescente; pupilla opaca	B
	Concavo al centro; pupilla grigia; cornea lattiginosa	C
Branchie	Colore vivo; senza muco	E
	Meno colorato; muco trasparente	A
	Bruno/grigio in via di decolorazione; muco opaco e spesso	B
	Giallognolo; muco lattiginoso	C
Odore branchie	Di alghe marine	E
	Senza odore di alghe marine; odore neutro	A
	Odore di fermentazione; leggermente acre	B
	Acre	C
Carne	Soda ed elastica; superficie liscia	E
	Meno elastica	A
	Leggermente molle (flaccida), meno elastica; superficie cerea (vellutata) e spenta	B
	Molle (flaccida); le squame si staccano facilmente dalla pelle, superficie piuttosto rugosa	C

15.1.2 QIM

In questo caso è stato utilizzato lo schema QIM specifico per orata, allestito a cura di Huidobro e coll. (38).

Tabella 15.3 Schema QIM per orata (*Sparus aurata*)

PARAMETRO	DESCRIZIONE	PUNTEGGIO
ASPETTO GENERALE		
Pelle	Molto brillante	0
	Brillante	1
	Smorto	2
Muco	Limpido-trasparente	0
	Leggermente opaco/opaco	1
CARNE		
Elasticità	Elastica	0
	Segnata da pressione	1
Odore	Fresco	0
	Neutro	1
	Di pesce	2
	Odori anomali	3
OCCHIO		
Opacità corneale	Limpida-traslucida	0
	Leggermente opaca	1
	Opaca/con sangue	2
Forma	Convesso	0
	Piatto	1
	Concavo	2
BRANCHIE		
Colore	Rosso brillante/rosso scuro	0
	Rosso brunastro/decolorato	1
Odore	Fresco/di alghe marine	0
	Neutro	1
	Di pesce	2
	Odori anomali	3

Una volta formulati i giudizi individuali, al termine della seduta di lavoro, i valutatori coordinati dal *panel leader* sono tornati ad esaminare collegialmente gli stessi esemplari, per pervenire ad un “giudizio di consenso”. Si è convenuto di porre fine alla prova di stoccaggio nel momento in cui, al giudizio di consenso, si constatava l’avvenuto ingresso degli esemplari appena esaminati nella categoria C dello schema UE. La prova di stoccaggio si è esaurita al giorno 16. In seguito alle precedenti rilevazioni, quei parametri apprezzabili visivamente sono stati ritratti con fotocamera digitale al fine di ottenere un dossier fotografico. Al termine di queste operazioni è stato prelevato un campione di muscolo dalle zone illustrate in figura 15.1, che è stato poi posto in contenitori a doppia chiusura alla temperatura di -80°C fino a successive analisi.

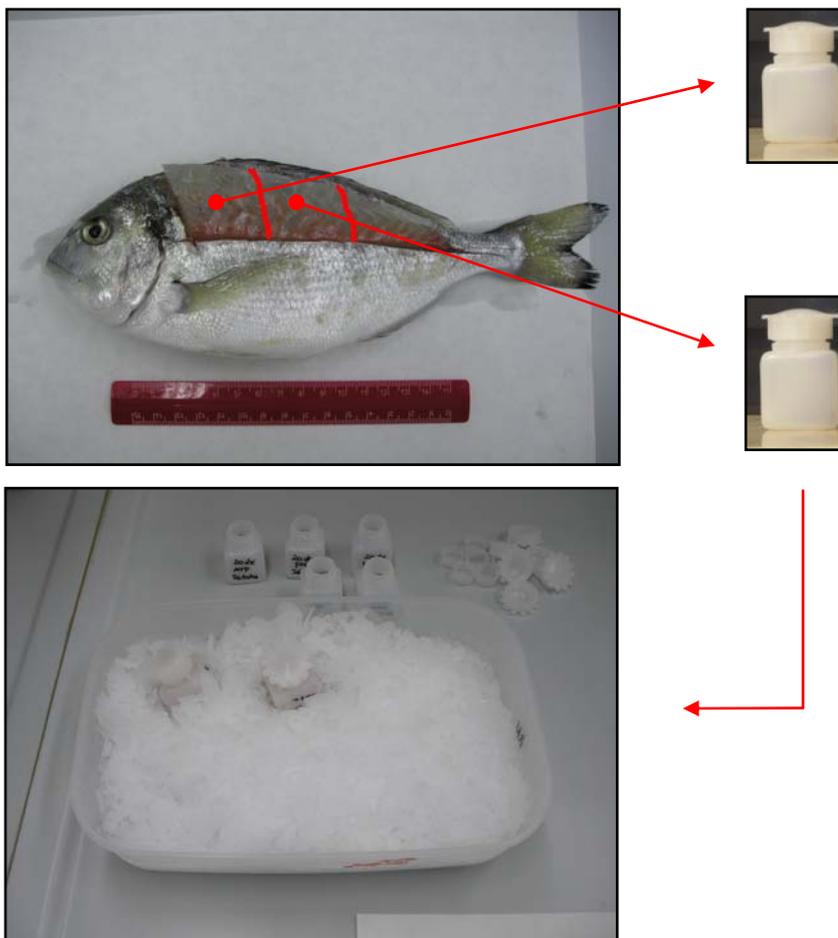


Fig. 15.1 Lavorazione e stoccaggio campioni

15.2 Rilevazioni fisiche

15.2.1 Torrymeter

Alle rilevazioni di natura sensoriale sono state aggiunte rilevazioni di tipo strumentale attraverso l'acquisizione di dati inerenti alle proprietà dielettriche della pelle e del muscolo di ciascun pesce.

Per tali misurazioni si è utilizzato il Fish Freshness Meter “295-Torrymeter”), uno strumento prodotto dalla Distell.com (Fauldhouse, West Lothian, Regno Unito), dotato di una coppia di elettrodi.

Il punto di misurazione scelto è stato a livello del terzo medio dell'emifiletto dorsale. La risposta dei tessuti dell'animale può essere letta dallo strumento con una scala da 0 a 16 applicando il concetto “più il valore è alto più il pesce è fresco”. La misurazione è stata effettuata in doppio, sull'emifiletto destro e sinistro di ciascun pesce ed i due valori mediati.

15.2.2 pH

La determinazione del pH è stata eseguita seguendo la traccia proposta da Tejada e coll. (35) con il seguente schema operativo: i campioni prelevati dal congelatore a -80°C sono stati scongelati per circa 60 min. a temperatura ambiente: è stato prelevato un campione di 10 g di polpa, è stata aggiunta una quantità d'acqua pari a 100 ml (proporzione 1:10) ed il tutto è stato omogeneizzato con Ultraturrax per 1 minuto e sottoposto a lettura immediata, a temperatura ambiente, utilizzando un pH-metro a elettrodo di vetro Crison Ph Meter Basic 20 (Crison Instruments S.A., Alella, Spagna).

Sono stati analizzate porzioni di muscolo provenienti dalle zone precedentemente descritte. La misurazione è stata effettuata in doppio, sull'emifiletto destro e sinistro di ciascun pesce ed i due valori mediati.

Ricordando che la scala del pH è di tipo logaritmico, in senso stretto non risulterebbe corretto fare una media aritmetica di diversi valori di pH in quanto questa risulterebbe una trasformazione in una scala lineare. Si è quindi provveduto alla conversione dei valori letti dallo strumento in concentrazione di idrogeno-ioni.

15.2.3 WHC

La determinazione del WHC è stata eseguita seguendo lo schema proposto da Gómez-Guillén e coll. (26), su matrice congelata. Anche in questo caso i campioni prelevati dal congelatore a -80°C sono stati scongelati per circa 60 min. a temperatura ambiente. Si è poi pesato il filtro (VWR 415) sagomato “a sigaretta” ($P1 = \text{peso filtro}$); sono stati prelevati 2 g di campione e sono stati posti all'interno al filtro, il tutto è stato posto in provette da centrifuga (Nalgene, Nalge Company, Rochester, USA) da 50 ml ed è stato posto in centrifuga a 500 g per 10 minuti alla temperatura di 10°C. Al termine della centrifugazione si è poi prelevato il filtro, liberato da eventuali residui e pesato ($P2 = \text{peso umido}$); infine il filtro è stato posto in stufa alla temperatura di 50°C per 1 ora, raffreddato in essiccatore fino a peso stabile e successivamente pesato ($P3 = \text{peso secco}$). Il valore di WHC è stato espresso come percentuale di acqua ritenuta correlata al peso del muscolo.

$$\text{WHC} = \frac{P2 - P3}{PC}$$

Dove:

- $P2$: peso netto filtro umido;
- $P3$: peso netto filtro secco;
- PC : peso campione.

15.3 Rilevazioni chimiche

15.3.1 Cataboliti ATP

Per la determinazione dei cataboliti dell'ATP è stata seguita la metodica di Ryder (71): sono stati utilizzati come reagenti acido perclorico (PCA) 0,6 M di qualità per HPLC e KOH 1 M.

Per la fase mobile dell'HPLC sono stati utilizzati potassio di idrogeno ortofosfato 0,04 M (KH_2PO_4 pm 136,1) + di potassio idrogeno ortofosfato 0,06 M (K_2HPO_4 pm 174,18): sono stati pesati 5,444 g del primo e 10,4508 g del secondo. Si è portato a volume in un pallone da 1000 ml ed a pH 7 con KOH. Le soluzioni sono state preparate con sali a purezza per HPLC in acqua ultrapura (acqua ELGA) giornalmente e filtrate con filtri di 0,45 μm . È poi stato utilizzato acetonitrile per HPLC.

Sono stati utilizzati 5 grammi di muscolo omogeneizzati con 25 ml di PCA (mantenuto alla temperatura di 4°C) per 1 minuto utilizzando l'ultraturax.

Sono state utilizzate provette per centrifuga da 50 ml che hanno resistenza agli acidi. La triturazione è stata realizzata mantenendo la provetta in un bagno di ghiaccio.

L'omogenato è stato quindi centrifugato per 10 minuti a 3000 x g ad una temperatura di 4 °C e 10 ml del surnatante sono stati trasferiti in "provettoni" di vetro e immediatamente neutralizzato con KOH fino ad un pH di 6,5-6,8.

Dopo aver lasciato a riposo per 30 minuti a 0° C (in bagno di ghiaccio in frigorifero) il potassio perclorato è stato eliminato filtrando con filtro Whatman n°1 in un cilindro graduato da 25 ml e si è portato al volume di 20 ml con acqua ultrapura ELGA.

Si è poi agitato il cilindro e filtrato con un filtro da 0,45 μm prima di essere stoccate in *vials* con tappo a vite adatte alla conservazione in azoto liquido.

16. Resistenza lipidi intramuscolari allo stoccaggio congelato

Si è voluto verificare la resistenza dei lipidi intramuscolari allo stoccaggio in congelatore alla temperatura di -20°C al tempo zero, dopo 45 giorni e dopo 90 giorni. Si è optato per questa temperatura di stoccaggio in quanto è quella maggiormente utilizzata in ambito domestico.

Sono state utilizzate 9 orate per ciascuna tipologia di allevamento e, dopo sfilettatura, 18 filetti sono stati posti singolarmente in fogli d'alluminio e collocati in congelatore a -20°C fino alle analisi ai tempi stabiliti. Ad ogni tempo sono state analizzate 3 orate. Il campione necessario alle determinazioni analitiche è stato ottenuto praticando un'incisione a tutto spessore (escludendo la pelle) di circa 2 cm ottenendo così un "cilindro" di tessuto che comprendesse sia il filetto dorsale che ventrale. La misurazione è stata effettuata in doppio, sull'emifiletto destro e sinistro di ciascun pesce ed i due valori mediati.

16.1 Acidi grassi liberi

Partendo da un estratto lipidico ottenuto mediante la metodica descritta per la determinazione dei lipidi e successivamente risospeso in una miscela di cloroformio/metanolo (2/1; v/v) addizionata dell'1 % di idrossitoluene butilato (BHT) come antiossidante. Per la determinazione degli acidi grassi liberi è stata seguita la metodica di Lowry e Tinsley (50) metodo basato sulla formazione di un complesso fra acetato cuprico e piridina: in provette da 10 ml con tappo a vite è stata posta una quantità di lipidi contenente dai 2 ai 14 μmol di acidi grassi liberi. Usando il flusso d'azoto è stato poi rimosso il solvente. Sono stati aggiunti 5 ml di benzene e agitato fino a completo scioglimento del campione.

Si è poi unito 1 ml di soluzione al 5 % di acetato rameico ed agitato la provetta contenente una soluzione bifasica per 2 minuti. Si è poi posto in centrifuga per 5 minuti a 1470 x g. Si è infine recuperata la fase superiore che è stata sottoposta a lettura a 715 nm con lo spettrofotometro (Beckman DU 53, Becman Instrument, California).

Per lo standard (si è utilizzato l'acido oleico) si è posto in un pallone da 10 ml 1 ml di acido oleico e portato a volume con esano (Sol A).

Si è così ottenuto una soluzione in cui per ogni 10 µl di esano c'è 1 µl di acido oleico ($1\mu\text{l} \times 0,891 = 0,891 \text{ mg}$ di acido oleico)

Sono poi state allestite le seguenti provette:

- 05 µl DI SOL. A = 0.5 µl DI AC.OLEICO = 0,445 MG = 1,58 µMOL
- 10 µl DI SOL. A = 1 µl DI AC. OLEICO = 0,891 MG = 3,15 µMOL
- 20 µl DI SOL. A = 2 µl DI AC. OLEICO = 1,782 MG = 6,31 µMOL
- 30 µl DI SOL. A = 3 µl DI AC. OLEICO = 2,673 MG = 9,46 µMOL
- 40 µl DI SOL. A = 4 µl DI AC. OLEICO = 3,564 MG = 12,6 µMOL
- 50 µl DI SOL. A = 5 µl DI AC. OLEICO = 4,455 MG = 15,8 µMOL

I risultati sono stati espressi in g AGL/100 g di lipidi.

16.2 Perossidi

Abbiamo già descritto come il numero di perossidi (NP) rappresenti una misura dei composti a carattere perossidico presenti nella sostanza in esame. Il numero di perossidi si esprime in milliequivalenti di ossigeno attivo per chilogrammo di sostanza grassa. Ci sono anche altri modi per esprimere il numero di perossidi, quali ad esempio i milligrammi di ossigeno attivo per chilogrammo di sostanza grassa oppure millimoli di ossigeno attivo per chilogrammi sostanza grassa.

La sostanza grassa in esame è stata disciolta in miscela di acido acetico glaciale/cloroformio, trattata con ioduro di potassio e lo iodio liberato è stato titolato con una soluzione di tiosolfato sodico.

I reagenti utilizzati sono stati:

- miscela acido acetico glaciale/cloroformio (3:2; V/V);
- soluzione satura di potassio ioduro. Soluzione titolata 0,01 N di tiosolfato sodico;
- salda d'amido come indicatore (1g/100 ml).

In una beuta si è pesato un quantitativo di campione secco e filtrato, variabile da 1 a 10 g in funzione del numero di perossidi presunto. Sono poi stati aggiunti 25 ml di miscela di acido acetico/cloroformio ed il tutto sottoposto ad agitazione fino a soluzione completa.

In seguito sono stati uniti 0,5 ml di soluzione satura di ioduro di potassio ed agitato con movimento rotatorio per 1 minuto e lasciato il tutto a riposo al buio e a temperatura ambiente per 5 minuti. Si è diluito con 75 ml di acqua distillata e titolato con la soluzione di tiosolfato sodico 0,01N impiegando la salda d'amido come indicatore. Il numero di perossidi è stato espresso come milliequivalenti di ossigeno attivo per kg di sostanza grassa:

$$NP = \frac{V \times N \times 1000}{m}$$

dove:

- V = volume di soluzione di tiosolfato sodico consumato in ml;
- N = fattore di normalità della soluzione di tiosolfato sodico;
- m = massa campione per la determinazione in grammi.

16.3 TBA

Per quanto riguarda la determinazione del valore in acido tiobarbiturico (espresso in mg di malonaldeide per kg di campione) è stata seguita la metodica di Vyncke (88).

Sono stati utilizzati come reagenti acido tricloroacetico al 7,5 % ed una soluzione 0,02 M di TBA in acqua deionizzata.

In contenitori di vetro da 250 ml sono stati pesati 20 g di campione e triturato con 100 ml di acido tricloroacetico per 1 minuto e successivamente sottoposto il tutto a filtrazione. Sono stati prelevati 5 ml di filtrato in una provetta di vetro con tappo a vite ed aggiunti 5 ml di soluzione TBA. Dopo 40 minuti di bollitura e successivo raffreddamento si è sottoposto il campione a lettura spettrofotometrica a 538 nm (Spettrofotometro Beckman DU 53, Beckman Instrument, California).

Per quanto riguarda lo standard sono stati diluiti 100 µl di TMP (Tretamethossipropano) in 100 ml di HCl 0,1 N e fatto bollire per 5 minuti. Dopo il raffreddamento si è prelevato 1,65 ml della soluzione precedente in un pallone da 100 ml. Si è portato a volume con una soluzione di TCA al 7,5%. Questa è la *Stock Solution*. In questo modo si ottiene una soluzione in cui per ogni µl c'è 1 nMole di MDA.

Successivamente sono state allestite una serie di provette in vetro pyrex[®] contenenti 2, 5, 10, 15, 30, 50, 70, 100 µl della *Stock Solution* ed è stata aggiunta la soluzione di TCA fino al volume complessivo di 2,5 ml. Sono poi stati aggiunti 50 ml della soluzione di TBA e fatto bollire insieme ai campioni. Si è utilizzato come bianco la soluzione originale di TCA. Le provette conterranno rispettivamente 2, 5, 10, 15...ecc nMoli di MDA. Per avere il valore in mg su kg di campione si è moltiplicato moltiplicare il valore ottenuto in nMoli per 72 (peso molecolare della MDA) e diviso per 1000.

17. Analisi Sensoriale

Il panel allestito ha fatto riferimento al metodo codificato nella norma ISO 4120 (45). Si è quindi deciso di applicare un test triangolare esteso e concentrarsi su odore e sapore da apprezzare in polpette cotte in forno a microonde.

La valutazione sensoriale è stata eseguita da un numero di 6 valutatori precedentemente addestrati nell'ambito del Corso di Laurea in Sanità e Qualità dei Prodotti di Origine Animale - Indirizzo Sanità e Qualità dei Prodotti Ittici. Come richiesto dalla norma ISO è stato verificato che tutti gli *assessors* possedessero “lo stesso grado di qualificazione...esperienza e familiarità con il prodotto...familiarità con il meccanismo di un test triangolare” (45).

17.1 Preparazione dei campioni e cottura

Sono state utilizzate 5 orate per ciascuna tipologia di allevamento da cui sono stati ottenuti 10 filetti che sono stati stoccati in congelatore alla temperatura di -80°C al fine di mantenere inalterate le caratteristiche sensoriali fino a successiva analisi.

Al momento delle valutazioni i campioni sono stati scongelati e successivamente macinati insieme con un Multiquick System ZK100 (Braun GmbH, Kronberg, Germania) usato ad impulsi. Il campione macinato è stato poi assemblato a formare delle “polpette” dal peso approssimativo di 30 grammi.

Il campione così miscelato e composto è stato poi collocato in capsule Petri di vetro Pyrex[®] e successivamente sottoposto a cottura in forno a microonde a 750 MW per 1 minuto e 30”. Su ciascuna capsula è stato apposto un codice numerico identificativo. Tali operazioni sono state ripetute per ciascuna seduta.

17.2 Locali

I test sensoriali devono poter essere effettuati in ambienti in cui i panellisti non risultino influenzati da fattori fisici esterni, quali rumori, odori e/o illuminazione anomala, affinché evitino di fornire risultati non affidabili.

Secondo la norma ISO 8589, tale laboratorio ideale è strutturato in modo da permettere di condurre la valutazione sensoriale in condizioni costanti, evitando così che gli elementi di disturbo possano influenzare psicologicamente i panellisti, il che andrebbe ad inficiare l'attendibilità dei risultati.

Tale norma ISO propone tre aree fondamentali per lo svolgimento dell'analisi sensoriale e, per ciascuna zona, si è quindi agito di conseguenza:

- zona destinata alla preparazione dei campioni: nel nostro caso sono stati utilizzati i locali del “Laboratorio Cottura” del Corso di Laurea in Acquacoltura ed Ittiopatologia di Cesenatico, sorta di “cucina-laboratorio” con elettrodomestici (forni, frigoriferi, lavastoviglie), tavoli da lavoro, utensili vari, vetreria, carrelli per il trasporto dei campioni;
- zona per la valutazione individuale (cabine): nel nostro caso sono state utilizzate i locali del “Laboratorio Frontemare” del medesimo Corso di Laurea. Le cabine risultavano separate l'una dall'altra per evitare ai panellisti di confrontarsi e garantire loro la massima concentrazione: su due ampi banconi in *klinker* sono stati collocati pannelli separatori per permettere ad ogni panellista di lavorare singolarmente. La temperatura dell'ambiente è stata regolata attorno ai 20°C. L'uniformità dell'illuminazione, al fine di non creare zone d'ombra, è stata garantita da un impianto d'illuminazione che ha consentito di operare sotto luce a giorno con una temperatura di colore di 6500°K erogata da tubi fluorescenti Philips Master TL-D

36W/865, che hanno garantito sull'area di lavoro un'intensità d'illuminazione egualmente distribuita.

- zona per la discussione collettiva: nel nostro caso sono stati utilizzati gli stessi locali utilizzati per la valutazione individuale.

17.3 Sedute di valutazione

Sono state eseguite tre sedute di valutazione composte ciascuna di tre repliche, due mattutine ed una pomeridiana: in ciascuna seduta sono state somministrate le tre tesi secondo lo schema A vs B, A vs C e B vs C. Si è deciso di porre particolare attenzione sulle modalità di presentazione del campione presentandolo alternativamente nelle diverse sedute di valutazione e mai nella stessa sequenza. Dopo la cottura il campione è stato subito sottoposto ai panellisti. I campioni sono stati presentati simultaneamente ed esaminati da ciascun panellista che è stato preliminarmente informato a proposito degli accorgimenti da seguire in merito a:

- ordine di presentazione dei campioni;
- presenza di due campioni uguali ed uno differente;
- indicazione del campione differente;
- obbligatorietà di indicare una scelta (in caso di mancata percezione di differenze, scelta casuale).



Fig. 17.1 Presentazione dei campioni

All'interno della propria postazione (*cabina*) ciascun panellista ha avuto quindi a disposizione il seguente materiale:

- scheda di valutazione;
- elenco descrittori;
- posate usa e getta;
- pane bianco toscano insipido per neutralizzare fra un assaggio ed il successivo;
- acqua minerale oligominerale a basso tenore di potassio (il pane e l'acqua sono stati proposti come neutralizzatori);
- sistema per l'eliminazione del campione (*spitton* con coperchio).



Fig. 17.2 e 17.3 Panellisti in valutazione

Ai valutatori è stata consegnata la scheda descritta in tabella 17.1:

Tabella 17.1 Scheda analisi sensoriale

TEST TRIANGOLARE ESTESO

Nome Panellista

Data/...../.....

Vi è stata consegnata una terna di campioni. Di questi campioni, due sono eguali ed uno né differente (campione spaiato). Trascrivete i numeri d'identificazione dei tre campioni nella parte apposita di questa scheda, rispettando, da sinistra a destra, l'ordine di presentazione prospettato.

Procedete all'assaggio dei tre campioni andando sempre da sinistra a destra e **cerchiate il numero d'identificazione del campione che risulta spaiato**. Tale indicazione va fornita comunque, anche se ai vostri sensi i tre campioni non si differenziano.

RIASSAGGIARE É PERMESSO, anche se non consigliato perché va ad aumentare l'affaticamento sensoriale.

Se ne avvertite la necessità, fra un campione e l'altro neutralizzate utilizzando le sostanze messe a disposizione.

Codice numerico campioni

Per gli ambiti indicati, precisare il/i descrittore/i discriminante/i (al max. 3):

Odore: _____

Gusto base: _____

Aroma: _____

Sensazioni di bocca: _____

Retrogusto: _____

> Acquosità

< Acquosità

> Oleosità

< Oleosità

A questo punto, per favore, precisare quale campione preferite: _____

Si può osservare come nella prima parte della scheda sia richiesto al valutatore una valutazione “classica” da test triangolare, mentre nella seconda parte della viene richiesto al panellista di affrontare una sorta di analisi descrittiva, seppur limitata a certi parametri, come nei crismi del test triangolare esteso. È stato chiesto di precisare una sensazione di oleosità o di acquosità del campione, anche se può risultare complesso discriminare l’origine della maggiore o minore intensità di percezioni fluide.

Anche se non in linea con le norme ISO e con l’esecuzione di un test triangolare “puro”, si è da ultimo scelto di chiedere a ciascun *assessor* di emettere un giudizio di preferenza.

18. Analisi Statistica

I valori espressi in percentuale sono stati trasformati in arcoseno prima dell'analisi statistica. Media e deviazione standard sono stati calcolati per ogni variabile dipendente.

I dati ottenuti sono stati sottoposti ad analisi della varianza per misure ripetute in dipendenza delle variabili considerate; la significatività della differenza fra le medie è stata valutata con il test di Scheffé ($P \leq 0.05$).

Nel testo differenze statisticamente significative sono state indicate con *** $P \leq 0,001$; ** $P \leq 0,01$; * $P \leq 0,05$; + $P \leq 0,10$; n.s. non significativo.

RISULTATI E DISCUSSIONI

È necessario innanzitutto specificare che si è cercato di selezionare un campione il più omogeneo possibile eliminando gli individui eccessivamente sotto o sopra taglia. Sono stati altresì esclusi quei soggetti che presentavano alterazioni macroscopiche attribuibili a patologie o ad altri fattori esogeni.

Per quanto riguarda le orate allevate intensivamente il peso medio della partita è stato di 327,1 g (223,5 - 441,2 g), per le orate di valle di 372,3 g (294,3 - 444,7 g) e per le orate provenienti da gabbie galleggianti di 358,8 g (306,9 - 450,1 g).

Si è cercato di formare dei gruppi di peso omogeneo da assegnare alle diverse metodiche di laboratorio, affinché la taglia non rappresentasse una fonte di variabilità.

Le orate oggetto di studio hanno presentato i pesi descritti nella tabella seguente:

Distribuzione pesi orate (g \pm ds)

	Intensivo			Valle			Gabbie		
Cottura	336,4	\pm	26,2	334,1	\pm	29,4	344,5	\pm	24,2
Resistenza lipidi	278,0	\pm	24,7	422,1	\pm	16,4	365,4	\pm	16,0
Freschezza	328,6	\pm	27,2	368,7	\pm	17,7	350,5	\pm	29,0
Sensoriale	409,1	\pm	18,5	419,5	\pm	14,6	427,0	\pm	21,0

19. Aspetto esterno ed analisi colorimetrica

Un fattore di notevole impatto per la scelta di una derrata ittica da parte del consumatore è rappresentato dalla colorazione della livrea del pesce. Senza addentrarci nelle differenze apprezzabili nella colorazione esterna correlati allo stato di freschezza, in questa particolare esperienza abbiamo registrato ad una prima osservazione

caratteristiche peculiari nelle orate di valle, soprattutto in riferimento ad alcuni particolari individuabili nella seguente sequenza fotografica.



Fig. 19.1 Macchia arancio sull'opercolo



Fig. 19.2 Macchia infraorbitale



Figura 19.3 Macchia dorata sull'addome

Anche a proposito delle orate provenienti dall'allevamento in gabbie sono state apprezzate a livello superficiale, sia dal lato destro che sinistro, delle aree prive di squame, probabilmente da riferire ad uno sfregamento del pesce stesso contro le reti di contenimento della gabbia.

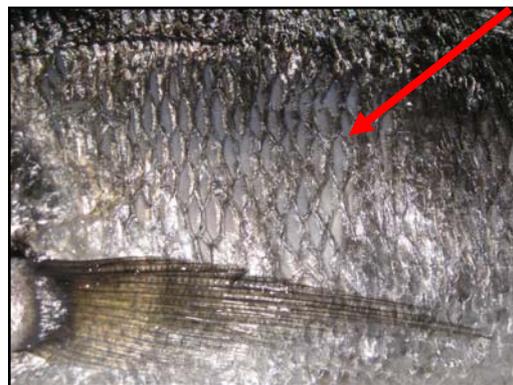


Fig. 19.4 Area di desquamazione

Ci siamo trovati dinnanzi ad esemplari che hanno presentato caratteristiche piuttosto omogenee nell'ambito dello stesso lotto e si è quindi potuto ricondurre l'aspetto esterno di tali esemplari a quanto illustrato nelle immagini seguenti:



Fig. 19.5 Orata da allevamento intensivo



Fig. 19.6 Orata da allevamento di valle



Fig. 19.7 Orata da allevamento in gabbie galleggianti

Da valutazioni effettuate a “colpo d’occhio” sono preliminarmente emerse delle differenze sotto diversi punti di vista. Le orate intensive sono apparse con tinte meno vivaci ed una generale tendenza verso colori più chiari. A proposito delle orate di valle è subito emersa una colorazione con tendenza al giallo-verde sia a livello della superficie corporea sia a livello delle pinne pettorali; nell’insieme si è avuta l’impressione di animali più “muscolari” e con mascelle maggiormente sviluppate. Infine per quanto riguarda le orate da gabbie galleggianti, sono apparse subito più scure sul dorso e con un colorazione bluastra generalizzata ed un maggiore sviluppo delle pinne pettorali rispetto agli animali allevati intensivamente. Chiaramente tutte queste osservazioni risultano derivare da un’osservazione volutamente rapida, come potrebbe essere quella di un ipotetico consumatore dinnanzi al banco frigo di una pescheria. Al fine di oggettivizzare tali constatazioni visive, è stata eseguita un’analisi colorimetrica che ha portato alla raccolta dei dati in tabella 19.1:

Tabella 19.1 Analisi colorimetrica

Parametro	Grandezza (G)	Allevamento (A)			Overall mean (Om)	MSE	Significatività statistica		
		Intensivo	Valle	Gabbie			A	G	A*G
ZI	L*	46,4b	58,9a	43,2b	<i>z</i> 49,5	25,7	***	***	***
	a*	-3,5b	-7,3a	-3,3b	<i>y</i> -4,7	1,469	***	***	***
	b*	5,6b	24,0a	8,9b	<i>x</i> 12,8	7,027	***	***	***
	Chroma	6,7b	25,1a	9,6b	<i>x</i> 13,8	6,13	***	***	***
	Tinta	-57,6	-72,7	-67,5	<i>x</i> -65,9	343,4	***	***	***
MPO	L*	45,3a	37,1ab	31,7b	<i>w</i> 38,0				
	a*	-2,1	-1,9	-1,1	<i>z</i> -1,7				
	b*	5,7a	6,0a	0,9b	<i>z</i> 3,6				
	Chroma	6,1	6,3	2,7	<i>z</i> 5,0				
	Tinta	-68,1a	-70,6a	-37,4b	<i>z</i> -33,8				
ZD	L*	52,1	51,2	55,9	<i>y</i> 53,0				
	a*	-3,9	-4,6	-4,8	<i>y</i> -4,5				
	b*	4,4a	9,3a	2,6b	<i>y</i> 5,4				
	Chroma	6,5ab	10,4a	5,9b	<i>y</i> 7,6				
	Tinta	-38,4	-62,7	-27,6b	<i>yz</i> -42,9				
ZV	L*	89,0a	78,4b	82,9ab	<i>x</i> 83,4				
	a*	-6,0	-5,1	-5,4	<i>x</i> -5,5				
	b*	5,6ab	9,5a	5,0b	<i>y</i> 6,7				
	Chroma	8,2	10,8	7,4	<i>y</i> 8,8				
	Tinta	-42,5	-61,8	-42,0	<i>y</i> -48,8				

MSE: Mean Squared Error; *** P ≤ 0,001; ** P ≤ 0,01; * P ≤ 0,05; + P ≤ 0,10; n.s. non significativo.

Entro gruppi: *x*, *y*, *z* (P ≤ 0,05); fra gruppi *a*, *b* (P ≤ 0,05).

ZI (zona infraorbitale), MPO (macchia post opercolare), ZD (zona dorsale) e ZV (zona ventrale)

Raffrontando i valori ottenuti in tabella 19.1, per quanto riguarda la macchia infraorbitale, è da notare la maggiore luminosità (L* = 58,9) ed una maggior presenza del colore giallo (b* = +24,0) dell'orata di valle rispetto sia all'orata intensiva (L* = 46,4 e b* = +5,6) che a quella allevata in gabbie galleggianti (L* = 43,2 e b* = +8,9).

A proposito della macchia post-opercolare si può rilevare una colorazione meno luminosa nel caso dell'orata allevata in gabbia che presenta valori di L* = 31,7 in confronto a quelli delle orate delle altre due tesi (L* = 45,3 e 37,1 rispettivamente per intensivo e valle).

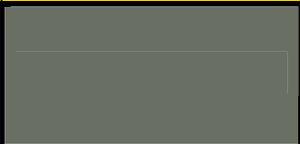
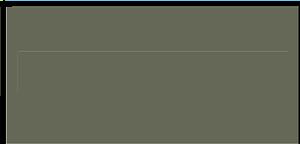
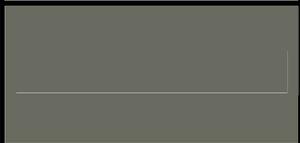
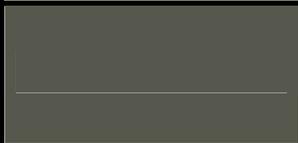
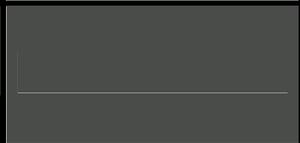
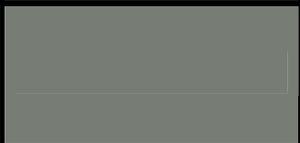
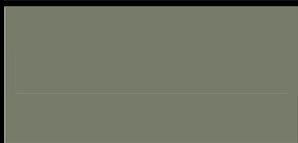
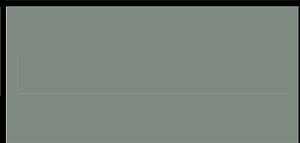
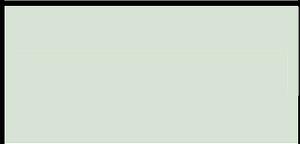
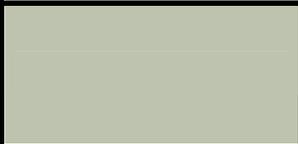
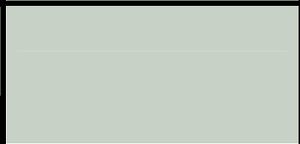
Per quanto riguarda l'area dorsale non sono state rilevate delle differenze particolarmente significative a proposito di questa zona di

rilevazione a parte nel caso dell'orata di valle in cui si può apprezzare una maggiore tendenza al colore giallo.

L'orata intensiva risulta invece essere più chiara sull'addome ($L^*=89,0$) contro $L^*=78,4$ dell'orata di valle e 82,9 per quella intensiva.

Nella tabella seguente è rappresentata una rappresentazione visiva dei dati emersi dall'indagine colorimetrica attraverso l'utilizzo di uno specifico software (Adobe Photoshop 7.0):

Tabella 19.2 Rappresentazione visiva analisi colorimetrica

	Intensivo	Valle	Gabbie
ZI			
MPO			
ZD			
ZV			

ZI (zona infraorbitale), MPO (macchia post opercolare), ZD (zona dorsale) e ZV (zona ventrale)

20. Rese

Nelle tabelle che seguono sono riportati i dati inerenti alle rese: in una prima tabella i dati connessi alle rese di macellazione mentre nelle tabelle successive quelli correlati ai due diversi metodi di cottura.

20.1 Rese di macellazione

Tabella 20.1 Rese di macellazione (media \pm ds)

	Intensivo	Valle	Gabbie
Resa di eviscerazione, %	91,7 \pm 1,0	91,5 \pm 1,4	94,8 \pm 1,6
Resa filetti senza pelle, %	50,8 \pm 2,4	51,4 \pm 2,1	49,2 \pm 1,4

Si può notare come la resa di eviscerazione sia praticamente sovrapponibile per le prime due tesi mentre si discosta per l'allevamento in gabbie che presenta una resa maggiore. Si potrebbe pensare che le orate da allevamento intensivo presentino un maggior contenuto di grasso a livello viscerale, mentre in realtà, si dimostrano essere sullo stesso livello delle orate di valle.

Per cercare di spiegare la minor incidenza del pacchetto viscerale (e del grasso annesso) nel caso delle orate allevate in gabbia galleggiante si potrebbe pensare all'influenza esercitata dal periodo di digiuno di circa due mesi cui sono state sottoposte nel periodo antecedente il momento di prelievo, che ha probabilmente determinato uno stato di ipofunzionalità dell'intero apparato gastrointestinale ed una conseguente riduzione di volume dello stesso.

Anche l'ultimo periodo di alimentazione pre-invernale con formulati contenenti bassi tenori lipidici, rispetto un mangime standard, potrebbe avere influenzato la deposizione di lipidi a livello viscerale. A proposito delle rese in filetti si può osservare una certa sovrapponibilità per i dati ottenuti, collocandosi i valori in un *range* compreso fra il 49,2 % per le orate allevate in gabbia ed un massimo del 51,4 % per le orate provenienti da vallicoltura.

20.2 Rese di cottura

Tabella 20.2 Rese di cottura

Parametro	Cottura (C)	Allevamento (A)			Overall mean (Om)	MSE	Significatività statistica		
		Intensivo	Valle	Gabbie			A	C	A*C
Resa cottura, %	Cartoccio Padella Om	x86,9 y78,6b 82,7	85,8 80,8ab 83,3	86,1 83,9a 85,0	x86,3 y81,1	9,113	+	***	*

MSE: Mean Squared Error; *** $P \leq 0,001$; ** $P \leq 0,01$; * $P \leq 0,05$; + $P \leq 0,10$; n.s. non significativo

Entro gruppi: x, y, z ($P \leq 0,05$); fra gruppi a, b ($P \leq 0,05$)

Le temperature rilevate al cuore del filetto al termine della cottura sono state rispettivamente per la cottura al cartoccio di 73,7°C per l'allevamento intensivo, 80,1°C per l'allevamento in valle e 79,8°C per l'allevamento in gabbie; nel caso invece della cottura in padella antiaderente si è raggiunta una temperatura finale di 73,3°C per l'intensivo, 80,7°C per la valle e 77,0°C per l'allevamento in gabbie. Dalla tabella 20.2 è possibile rilevare che la resa di cottura al cartoccio per tutte e tre le tipologie di orate risulta molto vicina (85,8 - 86,9 %) non discostandosi significativamente.

Nel caso invece della cottura in padella antiaderente è possibile rilevare che le rese di cottura si discostano statisticamente passando da un 78,6 % per le orate allevate intensivamente ad uno 83,9 % per le orate allevate in gabbie galleggianti.

Da notare ancora una resa di cottura piuttosto bassa a proposito delle orate provenienti da allevamento intensivo quando si va ad utilizzare la padella antiaderente, da imputare probabilmente ad una superiore contenuto in lipidi nel filetto che, con questa tipologia di cottura, vengono persi con maggiore facilità rispetto alla cottura al cartoccio che, in linea generale va a creare un ambiente chiuso in cui si ha una minore possibilità di perdita di costituenti. La padella rappresenta invece una tipologia di cottura più “aperta” e si ha una maggiore possibilità di incorrere in *cooking losses* anche di lipidi sottocutanei.

21. Elementi nutrizionali

21.1 Composizione centesimale

Per la composizione centesimale, specificando che per ogni variabile i crudi non hanno presentato differenze significative, si è scelto di presentare i dati raccolti in due tabelle: una per il prodotto allo stato crudo ed una per le due tipologie di cottura.

21.1.1 Crudo

Tabella 21.1 Composizione centesimale ed energia

Parametro	Allevamento			MSE	Significatività statistica
	Intensivo	Valle	Gabbie		
Umidità, %	69,3b	72,5a	72,5a	1,627	***
Lipidi, %	8,54a	5,69b	6,09b	1,625	***
Proteine, %	20,2b	21,6a	21,1b	0,329	***
Ceneri, %	1,35a	1,31b	1,33ab	0,002	*
Energia, kcal/100g	158a	138b	139b	116,8	***

MSE: Mean Squared Error; *** $P \leq 0,001$; ** $P \leq 0,01$; * $P \leq 0,05$; + $P \leq 0,10$; n.s. non significativo
Fra gruppi *a, b* ($P \leq 0,05$)

Per tutte le componenti citate in tabella, a parte per il contenuto in ceneri, sono emerse delle differenze altamente significative. Confrontando i dati sperimentali qui sopra esposti, si può affermare che il contenuto lipidico delle orate di valle (5,69 %) e delle orate allevate in gabbie (6,09 %) risulta inferiore rispetto a quello dell'orata intensiva (8,54 %). Per contro il valore dell'umidità dell'allevamento intensivo risulta più basso rispetto alle altre due tipologie, per il rapporto di proporzionalità inversa esistente fra i due valori. Da notare che il tenore lipidico delle orate d'allevamento intensivo risulta sovrapponibile a quello fornito dall'INRAN (INRAN, 2008) per quanto riguarda le orate allevate.

Il *range* dei valori riguardanti il tenore lipidico delle orate allevate riscontrato in letteratura risulta molto ampio (2,50 - 15,1 %) ed è quindi difficoltoso produrre una qualche considerazione nel confronto con i dati sperimentali: ciò è dovuto, come abbiamo osservato, alla grande eterogeneità dei dati.

É però possibile focalizzare l'attenzione sulle differenze in merito alla frazione lipidica e proteica nei lavori dove risulta ben specificata la tipologia di allevamento:

Tabella 21.2 Valore medio per proteine e lipidi nei diversi sistemi d'allevamento (media \pm ds)

	Intensivo			Valle			Gabbie		
Lipidi, %	6,12	\pm	2,7	5,66	\pm	1,8	6,85	\pm	3,6
Proteine, %	21,0	\pm	0,9	20,6	\pm	0,2	19,6	\pm	1,4

Si può notare come risulti un maggior contenuto lipidico nei sistemi di allevamento intensivi mentre un più basso valore per quegli allevamenti con una conduzione estensiva che, a ragione, vengono spesso considerati più vicini al pesce di cattura sotto il profilo del contenuto lipidico.

A proposito del contenuto in proteine le orate di valle risultano una derrata ittica con un più elevato tenore proteico rispetto alle altre tipologie di conduzione.

Per quanto riguarda infine il contenuto in energia, si può osservare come le orate intensive forniscano il maggior quantitativo energetico, soprattutto in ragione dell'elevato livello lipidico, mentre i valori per le orate di valle e di gabbie non si discostano significativamente.

21.1.2 Cotto

Tabella 21.3 Composizione centesimale ed energia

Parametro	Cottura (C)	Allevamento (A)			Overall mean (Om)	MSE	Significatività statistica		
		Intensivo	Valle	Gabbie			A	C	A*C
Umidità, %	Cartoccio	y67,1b	y68,9b	69,5a	y68,5	1,2	**	**	*
	Padella	x69,2	68,6	70,5	x69,4				
	Om	68,2b	68,8b	70,0a					
Lipidi, %	Cartoccio	x7,27a	5,46b	6,24ab	x6,32	0,8	**	***	*
	Padella	y5,25	5,02	5,40	y5,22				
	Om	6,26a	5,24b	5,82ab					
Proteine, %	Cartoccio	24,1	25,0	23,5	y24,2	1,0	***	*	n.s.
	Padella	24,3b	26,7a	23,9b	25,0				
	Om	24,2b	25,9a	23,7b					
Ceneri, %	Cartoccio	y1,44	y1,41	1,49	y1,45	0,0	n.s.	***	*
	Padella	x1,58	x1,56	1,53	x1,56				
	Om	1,51	1,48	1,51					
Energia, kcal/100g	Cartoccio	x162	149	150	x154	61	n.s.	**	**
	Padella	y145	152	144	y147				
	Om	153	151	147					

MSE: Mean Squared Error; *** P ≤ 0,001; ** P ≤ 0,01; * P ≤ 0,05; + P ≤ 0,10; n.s. non significativo
Entro gruppi: x, y (P ≤ 0,05); fra gruppi a, b (P ≤ 0,05)

Dai dati in tabella 21.3 vediamo che il valore del contenuto in lipidi si abbassa notevolmente dopo la cottura nelle orate intensive (passa da 8,54 a 7,27 % con la cottura al cartoccio ed arriva a 5,25 % con la cottura in padella antiaderente). Dopo cottura il filetto di valle passa dal 5,69 % del crudo al 5,46 % del cotto al cartoccio ed al 5,02 % nel caso della cottura a calore secco. Infine per le orate provenienti da gabbie galleggianti si può osservare come si abbia un passaggio da un valore nel crudo pari a 6,09 % ad un valore rispettivamente del 6,24 % e del 5,40 % nel corrispettivo cotto. Si può descrivere una forte influenza della tipologia di cottura sul tenore lipidico finale.

Per quanto riguarda i livelli proteici si può osservare una concentrazione delle proteine in entrambe le tipologie di cottura. In

questo caso non è quindi la cottura ad esercitare un'influenza significativa quanto la diversa tipologia d'allevamento.

Come osservato per la componente lipidica, anche il contenuto in ceneri risulta fortemente influenzato dalla cottura, con valori più elevati per la cottura a calore secco.

21.1.3 Ritenzione vera composizione centesimale

Tabella 21.4 Ritenzione nutrienti composizione centesimale

Parametro	Cottura (C)	Allevamento (A)			Overall mean (Om)	MSE	Significatività statistica		
		Intensivo	Valle	Gabbie			A	C	A*C
Lipidi, %	Cartoccio	69,9b	80,6a	82,0a	<i>x</i> 77,5	120	***	*	+
	Padella	51,9b	77,0a	82,7a	<i>y</i> 70,5				
	Om	60,9b	78,8a	82,3a					
Proteine, %	Cartoccio	<i>x</i> 104a	98,7a	96,7b	<i>x</i> 99,9	25,7	*	*	*
	Padella	<i>y</i> 94,0	100	94,0	<i>y</i> 96,1				
	Om	99,1a	99,5a	95,4b					
Ceneri, %	Cartoccio	95,2	92,5	96,6	94,8	14,9	***	n.s.	*
	Padella	90,0b	95,5a	96,6a	94,0				
	Om	92,6b	94,0b	96,6a					

MSE: Mean Squared Error; *** $P \leq 0,001$; ** $P \leq 0,01$; * $P \leq 0,05$; + $P \leq 0,10$; n.s. non significativo
Entro gruppi: *x*, *y*, ($P \leq 0,05$); fra gruppi *a*, *b* ($P \leq 0,05$)

In tabella 21.4 sono riportati i dati inerenti la ritenzione vera dei nutrienti. Per quanto riguarda i lipidi può essere descritta una maggior ritenzione nella cottura al cartoccio. Per l'allevamento intensivo, nel caso della cottura in padella, si ha quindi la più bassa ritenzione di questa componente nutrizionale. Per quanto riguarda la componente proteica fra i due tipi di cottura può essere descritta una maggiore ritenzione per la cottura al cartoccio.

A proposito infine del contenuto in ceneri la cottura non sembrerebbe influenzarne la ritenzione.

21.2 Composizione acidica qualitativa dei lipidi muscolari

21.2.1 Crudo

Tabella 21.5 Composizione qualitativa acidi grassi (% FAME)

Parametro	Allevamento			MSE	Significatività statistica
	Intensivo	Valle	Gabbie		
14:0	2,90a	1,35c	2,41b	0,130	***
15:0	0,24b	0,43a	0,22b	0,001	***
16:0	15,5b	16,9a	12,3c	0,792	***
18:0	3,63b	7,53a	3,62b	0,817	***
20:0	0,24	0,25	0,23	0,005	n.s.
21:0	0,18b	0,20a	0,05c	0,000	***
Saturi	22,7b	26,7a	18,8c	0,955	***
14:1 n-5	0,09a	0,06b	0,10a	0,001	**
16:1 n-7	5,27a	4,19b	4,16b	0,097	***
17:1 n-7	0,15b	0,43a	0,13b	0,004	***
18:1 n-9	20,0b	31,7a	19,8b	1,666	***
18:1 n-7	3,05a	3,04a	2,83b	0,012	***
20:1 n-11	0,43b	1,47a	0,28c	0,016	***
20:1 n-9	3,05a	1,12c	1,79b	0,026	***
20:1 n-7	0,24b	1,15a	0,21b	0,008	***
22:1 n-11	2,60a	0,15c	1,06b	0,022	***
22:1 n-9	0,61a	0,27c	0,37b	0,001	***
Monoinsaturi	35,4b	43,6a	30,7c	1,970	***
18:2 n-6	9,48b	1,50c	19,4a	0,341	***
20:4 n-6	0,64b	2,63a	0,62b	0,042	***
22:2 n-6	0,43a	0,47a	0,34b	0,003	***
22:4 n-6	0,11b	0,99a	0,14b	0,004	***
Polinsaturi n-6	10,7b	5,59c	20,5a	0,420	***
18:3 n-3	1,37b	0,69c	1,98a	0,058	***
18:4 n-3	1,24a	0,40c	0,78b	0,005	***
20:4 n-3	0,85a	0,45b	0,79a	0,012	***
20:5 n-3	7,55a	5,22b	4,92b	0,140	***
22:3 n-3	0,29b	0,39a	0,29b	0,007	**
22:5 n-3	3,19b	3,19b	3,80a	0,045	***
22:6 n-3	11,3b	5,04c	12,6a	1,213	***
Polinsaturi n-3	25,8a	15,4b	25,1a	2,232	***
Polinsaturi totali	37,5b	22,3c	46,7a	3,549	***
n-6/n-3	0,41b	0,36c	0,81a	0,001	***

MSE: Mean Squared Error; *** P ≤ 0,001; ** P ≤ 0,01; * P ≤ 0,05; + P ≤ 0,10; n.s. non significativo
Fra gruppi a, b, c (P ≤ 0,05); Polinsaturi totali comprendono anche n-4

Per quanto riguarda la composizione acidica qualitativa dei lipidi muscolari si è deciso di fornire una panoramica sugli acidi grassi rinvenuti in corso di sperimentazione fornendo sia i valori riscontrati nel crudo che quelli ritenuti di maggiore interesse nel cotto. Per quasi tutti gli acidi grassi indagati sono state rilevate differenze di elevata significatività statistica. Confrontando la composizione acidica qualitativa del filetto crudo nelle tre tipologie di orate è possibile constatare un valore percentuale differente per quanto riguarda gli acidi grassi saturi (con gli estremi di 18,8 % per le orate in gabbie e 26,7 % per le orate di valle). La riduzione del contenuto degli acidi grassi saturi a livello muscolare è stata messa in correlazione con una riduzione degli acidi grassi saturi nella dieta per l'inclusione di oli di origine vegetale (46). Si notano differenze anche applicando il discorso all'incidenza percentuale degli acidi grassi monoinsaturi (tutti gli allevamenti si differenziano con un 43,6 % per le orate di valle contro 35,4 % delle intensive e 30,7 % per quelle allevate in gabbie).

Un dato molto significativo lo ritroviamo nella composizione acidica riguardante gli acidi grassi polinsaturi totali, dove l'arricchimento in tali principi nutritivi dei mangimi, fa assumere a questi il valore pari al 46,7 % nelle orate allevate in gabbia, 37,5 % nelle orate d'allevamento intensivo contro un basso 22,3 % delle orate di valle.

A proposito dei polinsaturi della serie *n-6* sono state ancora osservate differenze statisticamente significative con valori del 5,59 % per le orate di valle, del 10,7 % per le orate intensive ed un 20,5 % per le orate da gabbie galleggianti. Per quanto riguarda gli acidi grassi della serie *n-6* le orate dalle tipologie d'allevamento intensive non differiscono fra loro mentre si registrano valori più bassi per le orate di valle. L'elevata percentuale di acidi grassi polinsaturi della serie *n-6* rinvenuta nelle orate di gabbia è da attribuirsi soprattutto all'elevata presenza in acido linoleico, derivante una fonte vegetale terrestre di nel mangime somministrato e dall'assenza nella catena alimentare naturale, ad esempio in un ambiente vallivo: ciò va inevitabilmente a

spostare in maniera evidente il rapporto $n-6/n-3$ con valori pari a 0,81 per le orate di gabbia galleggiante, mentre nelle altre due tipologie di allevamento si registrano valori più bassi e cioè pari a 0,41 per le orate intensive e 0,36 per quelle di valle.

Anche a proposito dell'acido cetoleico (C22:1 $n-11$) può valere il discorso fatto a proposito dell'oleico avendo riscontrati valori più bassi nell'allevamento di valle (0,15 %) rispetto agli altri due tipi d'allevamento (rispettivamente 2,60 % per l'intensivo e 1,06 % per le gabbie). Questi due esempi ci servono per evidenziare l'importanza dell'alimentazione nell'influenzare la composizione acidica qualitativa dei lipidi muscolari: il primo caso testimonia l'inclusione di oli vegetali nella dieta, mentre il secondo caso il ricorso a farine di pesce o ad oli di pesce.

Un'altra importante differenziazione si ha anche per il DHA con un valore del 12,6 % nelle orate in gabbia e del 11,3 % per le intensive contro un 5,04 % delle estensive.

Confrontando i dati riguardanti le tre tipologie di orate con quelli delle orate selvatiche rinvenuti in letteratura, possiamo dire che gli acidi grassi saturi di tutte le orate della nostra prova presentano valori che risultano poco sopra o sotto al valore minimo del *range* delle orate di cattura. Il valore dei monoinsaturi delle nostre orate di valle (43,6 %) si avvicina al valore massimo all'interno del *range* degli acidi grassi monoinsaturi delle orate selvatiche (49,1 %). Prendendo invece in considerazione i polinsaturi possiamo dire che sia le orate d'allevamento intensivo sia quelle di valle che quelle allevate in gabbia rientrano nel *range* di valori riscontrato in letteratura per le selvatiche, pur avvicinandosi di più quelle allevate in gabbia (46,7 %) ai valori massimi del *range* (16,5 - 49,7 %). Ancora una volta c'è da sottolineare il fatto che l'ampiezza dei *range* in questione rende difficoltoso il confronto tra le varie tipologie.

21.2.2 Cotto

Tabella 21.6 Composizione qualitativa acidi grassi (% FAME)

Parametro	Cottura (C)	Allevamento (A)			Overall mean (Om)	MSE	Significatività statistica		
		Intensivo	Valle	Gabbie			A	C	A*C
16:0	Cartoccio	16,0a	17,0a	12,1b	15,0	0,92	***	n.s.	n.s.
	Padella	15,0b	16,6a	12,2c	14,6				
	Om	15,5b	16,8a	12,2c					
Saturi	Cartoccio	23,1b	26,6a	18,6c	22,8	1,22	***	n.s.	n.s.
	Padella	22,0b	26,1a	18,8c	22,3				
	Om	22,5b	26,4a	18,7c					
18:1 n-9	Cartoccio	20,2b	31,5a	19,4b	23,7	1,72	***	n.s.	n.s.
	Padella	19,5b	30,9a	18,9b	23,1				
	Om	19,8b	31,2a	19,1b					
22:1 n-11	Cartoccio	2,43a	0,15c	1,05b	1,21	0,02	***	n.s.	n.s.
	Padella	2,42a	0,15c	1,10b	1,22				
	Om	2,43a	0,15c	1,09b					
Monoinsaturi	Cartoccio	35,3b	43,3a	30,2c	x36,3	2,04	***	*	n.s.
	Padella	34,3b	42,3a	29,3c	y35,3				
	Om	34,8b	42,8a	29,7c					
18:2 n-6	Cartoccio	9,41	1,56	18,8	9,94	0,22	***	n.s.	n.s.
	Padella	9,79	1,45	18,7	10,0				
	Om	9,60b	1,50c	18,7a					
20:4 n-6	Cartoccio	0,69b	2,72a	0,65b	y1,35	0,25	***	**	n.s.
	Padella	0,79b	2,98a	0,68b	x1,48				
	Om	0,74b	2,85a	0,67b					
Polinsaturi n-6	Cartoccio	10,6b	5,74c	19,9a	12,1	0,29	***	n.s.	n.s.
	Padella	11,1b	6,02c	19,8a	12,3				
	Om	10,8b	5,88c	19,9a					
20:5 n-3	Cartoccio	7,84a	5,30b	5,08b	6,07	0,14	***	n.s.	*
	Padella	8,09a	5,64b	4,75c	6,16				
	Om	7,96a	5,47b	4,91c					
22:6 n-3	Cartoccio	11,1b	5,31c	13,8a	y10,1	1,32	***	**	n.s.
	Padella	12,6b	5,75c	14,7a	x11,0				
	Om	11,9b	5,53c	14,2a					
Polinsaturi n-3	Cartoccio	25,7a	15,8b	26,3a	y22,6	2,02	***	**	n.s.
	Padella	27,7a	16,8b	27,3a	x23,9				
	Om	26,7a	16,3b	26,8a					
Polinsaturi totali	Cartoccio	37,4b	22,9c	47,3a	y35,9	3,30	***	**	n.s.
	Padella	39,9b	24,1c	48,2a	x37,4				
	Om	38,7b	23,5c	47,7a					
n-6/n-3	Cartoccio	0,41b	0,36c	0,76a	x0,51	0,00	***	*	n.s.
	Padella	0,40b	0,36c	0,73a	y0,50				
	Om	0,41b	0,36c	0,74a					

MSE: Mean Squared Error; *** P ≤ 0,001; ** P ≤ 0,01; * P ≤ 0,05; + P ≤ 0,10; n.s. non significativo
Fra gruppi a, b, c (P ≤ 0,05); entro gruppi: x, y (P ≤ 0,05). Polinsaturi totali comprendono anche n-4

Per quanto riguarda la composizione acidica qualitativa dei lipidi muscolari nel cotto si è scelto di riportare in tabella quegli acidi grassi ritenuti di maggiore interesse e verificare le modificazioni indotte dalla cottura. Come si può vedere dalla tabella 21.6 per tutti gli acidi grassi sussiste un'elevata significatività statistica per la diversa conduzione dell'allevamento, mentre la cottura va ad esercitare un effetto minore.

Però si può osservare che le due tipologie di cottura esercitino la loro influenza a proposito di una componente nutrizionale importante come nel caso degli acidi grassi polinsaturi della serie *n-3* (ed in particolar modo sul DHA).

21.3 Composizione acidica quantitativa dei lipidi muscolari

21.3.1 Cotto

Tabella 21.7 Composizione quantitativa acidi grassi (mg/100g)

Parametro	Cottura (C)	Allevamento (A)			Overall mean (Om)	MSE	Significatività statistica		
		Intensivo	Valle	Gabbie			A	C	A*C
16:0	Cartoccio	x1061a	844a	690b	x865	17191	***	***	*
	Padella	y715	758	596	y689				
	Om	888a	801a	643b					
Saturi	Cartoccio	x1535a	1319a	1055b	x1303	40388	***	***	*
	Padella	1046	1190	920	y1052				
	Om	1291a	1255a	987b					
18:1 n-9	Cartoccio	1345	931	1105	x1336	63058	***	**	n.s.
	Padella	1560a	1412a	926b	y1090				
	Om	1138b	1486a	1015b					
22:1 n-11	Cartoccio	163a	8c	59b	x76	285,5	***	**	**
	Padella	y115a	7c	53b	y58				
	Om	x139a	7c	56b					
Monoinsaturi	Cartoccio	2348a	2148a	1713b	x2070	12704	***	***	n.s.
	Padella	1636	1933	1438	y1669				
	Om	1992a	2040a	1576b					
18:2 n-6	Cartoccio	x623b	77c	x1067a	x589	6932	***	***	*
	Padella	y463b	66c	y913a	y481				
	Om	543b	72c	990a					
20:4 n-6	Cartoccio	45b	134a	37b	72	150,9	***	n.s.	n.s.
	Padella	37b	134a	33b	68				
	Om	41b	134a	35b					
Polinsaturi n-6	Cartoccio	x704b	283c	1129a	x705	8377	***	***	*
	Padella	y526b	270c	970a	y589				
	Om	615b	277c	1050a					
20:5 n-3	Cartoccio	x518a	262b	288b	x356	2369	***	***	**
	Padella	y384a	254b	232	y290				
	Om	451a	258b	260b					
22:6 n-3	Cartoccio	738a	261b	780a	x593	9187	***	*	n.s.
	Padella	596a	257	715a	y523				
	Om	667a	259b	747a					
Polinsaturi n-3	Cartoccio	x1708a	782b	1495a	x1328	33013	***	**	*
	Padella	y1312a	756b	1331a	y1133				
	Om	1510a	769b	1413a					
Polinsaturi totali	Cartoccio	x2485a	1132b	2685a	x2101	74680	***	***	*
	Padella	y1889a	1084b	2353a	y1775				
	Om	2187b	1108c	2519a					

MSE: Mean Squared Error; *** P ≤ 0,001; ** P ≤ 0,01; * P ≤ 0,05; + P ≤ 0,10; n.s. non significativo
Fra gruppi a, b, c (P ≤ 0,05); entro gruppi: x, y, (P ≤ 0,05). Polinsaturi totali comprendono anche n-4

In tabella 21.7 è rappresentata la composizione acidica quantitativa dei lipidi muscolari espressa in mg/100g. Si è scelto di non rappresentare i valori ottenuti per il prodotto crudo ma di porre maggiore rilevanza sull'effetto cottura sul prodotto finale: più avanti saranno descritti i coefficienti di ritenzione vera per gli acidi grassi e contemplati alcuni indici ritenuti di interesse per verificare la qualità lipidica del prodotto in questione.

Per quanto riguarda la composizione quantitativa degli acidi grassi sul prodotto cotto si può affermare che per tutti i valori considerati si può descrivere una elevata significatività statistica per l'influenza esercitata dalla diversa tipologia d'allevamento. Tale rilevanza statistica è stata osservata anche per l'effetto indotto dalla cottura soprattutto sulla componente acidica satura, monoinsatura, che polinsatura totale.

Si può osservare come le due tipologie di cottura esercitino una forte influenza con una prevalenza della cottura al cartoccio in tutti i casi considerati e quindi una maggiore presenza di acidi grassi nel prodotto sottoposto a tale sistema di cottura, come andremo poi a verificare a proposito di coefficienti di ritenzione.

Dalla valutazione dei dati sopra elencati possono emergere delle interessanti implicazioni sotto il punto di vista nutrizionale.

È da notare un elevato contenuto di C16:0, superiore al grammo/100 g eduli nel filetto per le orate intensive.

Per quanto riguarda gli acidi grassi monoinsaturi, buoni i contenuti in tutte e tre le tipologie del C18:1 *n*-9, con valori quasi sempre superiori al grammo/100 g eduli.

Ancora più netta, nella composizione acidica quantitativa, la superiorità delle orate delle due tipologie intensive per quanto riguarda il contenuto in polinsaturi totali, che risultano all'incirca il doppio rispetto al valore delle estensive.

Superiore al mezzo grammo il contenuto di DHA nel filetto delle orate intensive mentre molto più basso per quanto riguarda le orate allevate in valle.

21.3.2 Ritenzione vera acidi grassi

Tabella 21.8 Ritenzione acidi grassi (%)

Parametro	Cottura (C)	Allevamento (A)			Overall mean (Om)	MSE	Significatività statistica		
		Intensivo	Valle	Gabbie			A	C	A*C
16:0	Cartoccio	69,6	80,4	80,7	<i>x76,9</i>	120,7	***	*	+
	Padella	51,6b	76,5ab	81,9a	<i>y70,0</i>				
	Om	<i>60,6b</i>	<i>78,5°</i>	<i>81,3a</i>					
Saturi	Cartoccio	69,2	79,9	80,7	<i>x76,6</i>	122,9	***	*	+
	Padella	51,2	75,9ab	82,6a	<i>y69,9</i>				
	Om	<i>60,2b</i>	<i>77,9°</i>	<i>81,6a</i>					
18:1 n-9	Cartoccio	69,2	79,7	80,0	<i>x76,3</i>	141	**	*	n.s.
	Padella	50,8b	75,5ab	79,0a	<i>y68,4</i>				
	Om	<i>60,0b</i>	<i>77,6a</i>	<i>79,5a</i>					
22:1 n-11	Cartoccio	67,3	85,1	82,8	<i>78,4</i>	374,7	**	n.s.	n.s.
	Padella	46,9b	78,4ab	85,2a	<i>70,1</i>				
	Om	<i>57,1b</i>	<i>81,7a</i>	<i>84,0a</i>					
Monoinsaturi	Cartoccio	69,0	79,7	80,0	<i>x76,3</i>	140	***	*	+
	Padella	50,1b	75,3ab	79,2a	<i>y68,2</i>				
	Om	<i>59,6b</i>	<i>77,6a</i>	<i>79,6a</i>					
18:2 n-6	Cartoccio	70,3	81,3	80,2	<i>x77,3</i>	137	**	*	n.s.
	Padella	52,4b	77,1ab	79,2a	<i>y69,6</i>				
	Om	<i>61,4b</i>	<i>79,2a</i>	<i>79,7a</i>					
20:4 n-6	Cartoccio	76,7	84,2	86,6	<i>82,5</i>	67	***	n.s.	**
	Padella	62,3b	84,9a	90,6a	<i>79,3</i>				
	Om	<i>69,5b</i>	<i>84,6a</i>	<i>88,6a</i>					
Polinsaturi n-6	Cartoccio	<i>x70,6</i>	82,8	80,3	<i>x77,9</i>	89,4	***	*	*
	Padella	<i>y52,8b</i>	81,6a	79,6a	<i>y71,3</i>				
	Om	<i>61,7b</i>	<i>82,2a</i>	<i>80,0a</i>					
20:5 n-3	Cartoccio	<i>x72,9</i>	82,3	83,5	<i>x79,6</i>	83,2	***	**	*
	Padella	<i>y54,5b</i>	81,1a	80,9a	<i>y72,2</i>				
	Om	<i>63,7b</i>	<i>81,7a</i>	<i>82,2a</i>					
22:6 n-3	Cartoccio	72,1	86,2	90,5	<i>82,9</i>	354	***	n.s.	+
	Padella	54,6b	85,2a	83,4a	<i>74,4</i>				
	Om	<i>63,4b</i>	<i>85,7</i>	<i>87,0a</i>					
Polinsaturi n-3	Cartoccio	<i>x71,3</i>	83,6	86,1	80,3	81,7	***	+	**
	Padella	<i>y53,8b</i>	82,0a	89,4a	75,1				
	Om	<i>62,6b</i>	<i>82,8a</i>	<i>87,7a</i>					
Polinsaturi totali	Cartoccio	<i>x71,0</i>	83,1	83,3	<i>x79,2</i>	84,8	***	*	**
	Padella	<i>y53,4b</i>	81,5a	84,9a	<i>y73,2</i>				
	Om	<i>62,2b</i>	<i>82,3a</i>	<i>84,1a</i>					

MSE: Mean Squared Error; *** P ≤ 0,001; ** P ≤ 0,01; * P ≤ 0,05; + P ≤ 0,10; n.s. non significativo
 Fra gruppi a, b, c (P ≤ 0,05); entro gruppi: x, y (P ≤ 0,05). Polinsaturi totali comprendono anche n-4

Come si può infatti osservare in tabella 21.8, nella quale è appunto rappresentata la ritenzione vera degli acidi grassi, si osserva una generale minore ritenzione per la cottura in padella antiaderente.

Anche in questo caso, comunque, una forte influenza è data dalla conduzione dell'allevamento.

21.3.3 Indici di qualità dei lipidi

Tabella 21.9 Indici di qualità dei lipidi

Parametro	Cottura (C)	Allevamento (A)			Overall mean (Om)	MSE	Significatività statistica		
		Intensivo	Valle	Gabbie			A	C	A*C
MUPU/SFA	Cartoccio	2903b	2131c	3975a	3003	40910	***	n.s.	n.s.
	Padella	3215b	2214c	3932a	3121				
	Om	3059b	2172c	3953a					
PUFA/SFA	Cartoccio	1375b	500c	2349a	y1408	27357	***	*	n.s.
	Padella	1653b	591c	2375a	x1540				
	Om	1514b	546c	2362a					
FLQ	Cartoccio	17,3a	9,62b	17,1a	y14,7	0,93	***	**	n.s.
	Padella	18,8a	10,3b	17,6a	x15,6				
	Om	18,0a	10,0b	17,4a					

MSE: Mean Squared Error; *** $P \leq 0,001$; ** $P \leq 0,01$; * $P \leq 0,05$; + $P \leq 0,10$; n.s. non significativo

Fra gruppi *a, b, c* ($P \leq 0,05$); entro gruppi: *x, y* ($P \leq 0,05$). Polinsaturi totali comprendono anche *n-4*

FLQ (Flesh-Lipid Quality): EPA+DHA/g LIPIDI in 100g (77)

MUPU/SFA: MUFA+PUFA/SFA – C18:0; PUFA/SFA: PUFA/SFA – C18:0

Anche in questo caso si può osservare come sia la diversa tipologia d'allevamento ad esercitare l'effetto maggiore: nel caso ad esempio del *FLQ* si ha un elevato valore per le due tipologie d'allevamento intensive mentre un valore nettamente più basso per quanto riguarda la tipologia di orate di valle. Anche per gli altri due indici di qualità può essere descritta una netta prevalenza per le orate intensive e di gabbia.

A proposito dell'effetto esercitato dalla cottura, questo risulta avere una maggiore incidenza soprattutto per il *Flesh Lipid Quality* in cui si osservano valori migliori per la cottura in padella antiaderente.

21.4 Composizione in macro e microelementi

21.4.1 Crudo

Tabella 21.10 Composizione in elementi minerali (mg/100g tranne per Cu, Mn, Se, Cr espressi in µg/100g)

Parametro	Allevamento			MSE	Significatività statistica
	Intensivo	Valle	Gabbie		
Na	35,9a	31,2b	33,5b	9,146	***
K	545a	537a	498b	868,0	***
Ca	20,4	16,8	21,3	210,8	n.s.
Mg	48,3a	42,4b	38,7c	12,16	***
P	285a	278a	254b	378,5	***
S	219ab	188b	242a	1399	***
Fe	0,18b	0,31a	0,24ab	0,018	*
Zn	1,36a	1,16ab	1,09b	0,089	*
Cu	46,7b	70,7a	51,3b	113,5	***
Mn	22,3a	23,3a	14,3b	40,43	***
Se	30,3b	51,5a	23,9c	50,64	***
Cr	11,3a	11,4a	9,42b	3,154	**

MSE: Mean Squared Error; *** $P \leq 0,001$; ** $P \leq 0,01$; * $P \leq 0,05$; + $P \leq 0,10$; n.s. non significativo
Fra gruppi *a, b* ($P \leq 0,05$)

Nella tabella precedente si può osservare che sussistono differenze altamente significative nelle tre tipologie d'allevamento per il sodio, il potassio, il magnesio, il fosforo, lo zolfo, il rame, il manganese ed il selenio. Non sono state rilevate differenze statisticamente significative a proposito del calcio.

Per quanto riguarda i microelementi, delle differenze possono essere descritte in merito al rame, al ferro ed al selenio presenti maggiormente nelle orate di valle. È stato infatti descritto da diversi autori, fra i quali Carpenè e coll. (10), un maggior contenuto in zinco, rame e ferro nel muscolo di orate di cattura rispetto ad orate allevate: fra le orate considerate, quelle di valle sono difatti quelle che si avvicinano maggiormente a quelle selvatiche e ciò, molto probabilmente, va a riflettersi sulla composizione dei microelementi succitati.

21.4.2 Cotto

Tabella 21.11 Composizione in elementi minerali (mg/100g tranne per Cu, Mn, Se, Cr espressi in µg/100g)

Parametro	Cottura (C)	Allevamento (A)			Overall mean (Om)	MSE	Significatività statistica		
		Intensivo	Valle	Gabbie			A	C	A*C
Na	Cartoccio	35,9	35,1	36,9	y36,0	18,66	*	**	*
	Padella	42,6a	40,2ab	35,6b	x39,5				
	Om	39,3a	37,7ab	36,2b					
K	Cartoccio	560	572	532	y555	1033	***	***	**
	Padella	644a	646a	541b	x610				
	Om	602a	609a	536b					
Ca	Cartoccio	23,9	15,3	14,8	18,0	74,42	n.s.	n.s.	n.s.
	Padella	16,9	21,0	16,4	18,1				
	Om	20,4	18,2	15,6					
Mg	Cartoccio	51,3a	46,5ab	41,6b	y46,5	20,0	***	*	n.s.
	Padella	55,8a	50,8a	42,9b	x49,8				
	Om	53,6a	48,6b	42,2c					
P	Cartoccio	313a	281b	277b	290	298	***	n.s.	*
	Padella	340a	275b	279b	298				
	Om	326a	278b	278b					
S	Cartoccio	290a	193b	286a	256	2352	***	n.s.	n.s.
	Padella	312a	183b	280a	259				
	Om	301a	188b	283a					
Fe	Cartoccio	0,21b	0,38a	0,26b	0,28	0,002	***	n.s.	*
	Padella	0,20b	0,39a	0,19b	0,26				
	Om	0,21b	0,38a	0,22b					
Zn	Cartoccio	1,32	1,35	1,24	1,31	0,030	**	n.s.	n.s.
	Padella	1,26	1,40	1,13	1,26				
	Om	1,29ab	1,38a	1,19b					
Cu	Cartoccio	48,0	87,5	84,0	73,2	1565	**	n.s.	n.s.
	Padella	47,9	101	72,9	74,1				
	Om	48,0b	94,4a	78,4a					
Mn	Cartoccio	24,4a	21,7ab	15,9b	20,6	33,29	***	n.s.	n.s.
	Padella	23,0a	25,8a	15,0b	21,3				
	Om	23,7a	23,7a	15,5b					
Se	Cartoccio	33,3	56,2	27,1	38,9	143,5	***	n.s.	n.s.
	Padella	31,7b	69,1a	30,0b	43,6				
	Om	32,5b	62,7a	28,5b					
Cr	Cartoccio	11,8	13,4	9,18	11,5	36,00	n.s.	n.s.	n.s.
	Padella	12,5	13,6	14,7	13,6				
	Om	12,2	13,5	11,9					

MSE: Mean Squared Error; *** P ≤ 0,001; ** P ≤ 0,01; * P ≤ 0,05; + P ≤ 0,10; n.s. non significativo
Fra gruppi a, b, c (P ≤ 0,05); entro gruppi: x, y (P ≤ 0,05).

A proposito dell'influenza dell'effetto allevamento sulla composizione in elementi minerali nel prodotto cotto si può affermare che sono emerse differenze significative ad eccezione del calcio e del cromo. D'altro canto l'effetto della cottura non ha mostrato una grande influenza, tranne nel caso del potassio con una maggiore presenza per la cottura in padella.

Come si può anche desumere dalla tabella 21.12, in cui è rappresentata la ritenzione vera dei macro e microelementi, eccetto alcuni casi isolati come ad esempio il fosforo e lo zolfo, non è emersa una elevata significatività statistica né per la diversa tipologia di cottura né per la differente conduzione dell'allevamento.

21.4.3 Ritenzione vera macro e microelementi

Tabella 21.12 Ritenzione macro e microelementi (%)

Parametro	Cottura (C)	Allevamento (A)			Overall mean (Om)	MSE	Significatività statistica		
		Intensivo	Valle	Gabbie			A	C	A*C
Na	Cartoccio	86,7	97,7	95,4	93,3	114,9	**	n.s.	n.s.
	Padella	93,7	104	94,4	97,5				
	Om	90,2b	101a	94,9ab					
K	Cartoccio	88,8	90,6	91,5	y90,3	37,8	n.s.	*	n.s.
	Padella	93,4	98,3	92,0	x94,6				
	Om	91,1	94,5	91,7					
Ca	Cartoccio	131	90,9	111	109	230,3	n.s.	n.s.	**
	Padella	95,8	121	102	108				
	Om	114	106	106					
Mg	Cartoccio	91,8	93,7	90,8	92,1	40,6	n.s.	n.s.	n.s.
	Padella	91,7	97,9	94,8	94,8				
	Om	91,8	95,8	92,8					
P	Cartoccio	95,0a	85,8b	90,8a	90,5	30,1	***	n.s.	+
	Padella	94,9a	80,8b	95,5a	90,4				
	Om	95,0a	83,3b	93,1a					
S	Cartoccio	120a	85,8c	100b	x102	68,3	***	*	n.s.
	Padella	109a	80,8c	98,7b	y96,1				
	Om	115a	83,3c	99,5b					
Fe	Cartoccio	99,8	108	104	104	349,9	n.s.	n.s.	n.s.
	Padella	88,8	100	97,4	95,2				
	Om	94,3	104	101					
Zn	Cartoccio	86,1	87,3	96	90,0	167,3	+	n.s.	n.s.
	Padella	85,1	103	91	92,8				
	Om	85,6	95,0	93,3					
Cu	Cartoccio	92,4	108	102	101	347	+	n.s.	n.s.
	Padella	90,0	107	105	100				
	Om	91,2	107	103					
Mn	Cartoccio	99,0	68,0	99,8	89,9	536	n.s.	n.s.	+
	Padella	82,5	95,0	95,0	90,0				
	Om	90,7	81,5	97,4					
Se	Cartoccio	93,1	100	95,6	95,9	255,2	+	n.s.	n.s.
	Padella	86,8	108	88,1	93,7				
	Om	90,0	104	91,8					
Cr	Cartoccio	89,7	97,6	82,1	90,1	138,7	*	n.s.	n.s.
	Padella	89,0	102	89,9	93,8				
	Om	89,4b	99,8a	86,0b					

MSE: Mean Squared Error; *** P ≤ 0,001; ** P ≤ 0,01; * P ≤ 0,05; + P ≤ 0,10; n.s. non significativo
 Fra gruppi a, b, c (P ≤ 0,05); entro gruppi: x, y (P ≤ 0,05).

21.5 Copertura dei fabbisogni nutrizionali

Dopo aver descritto nel particolare la composizione nutrizionale delle orate analizzate, è stato deciso di valutare a grandi linee la capacità di copertura dei fabbisogni, così come sono stati definiti nel 2006 dall'Institute of Medicine of The National Academies (62).

Tabella 21.13 Fabbisogni secondo Institute of Medicine (62)

Parametro	Unità di misura	Adulti 31-50 anni	
		<i>uomini</i>	<i>donne</i>
EPA+DHA	mg/die	160-320	110-220
Na	mg/die	1500	1500
K	"	4700	4700
Ca	"	1000	1200
Mg	"	420	320
P	"	700	700
Fe	"	8	18
Zn	"	11	8
Cu	µg/die	900	900
Mn	"	2300	1800
Se	"	45	45
Cr	"	55	55

Utilizzando le rese di cottura ottenute durante la sperimentazione e considerando la porzione di pesce da destinarsi a cottura nella misura di 150 grammi (per convenzione una porzione di pesce è di 150 grammi), è stato possibile valutare la copertura per quei nutrienti presenti nella porzione cotta. I dati sono raccolti a seguire nella tabella 21.14:

Tabella 21.14 Copertura fabbisogni (%)

Nutriente	Intensivo		Valle		Gabbie	
	Cartoccio	Padella	Cartoccio	Padella	Cartoccio	Padella
EPA+DHA						
<i>uomini</i>	1023	722	426	377	870	698
<i>donne</i>	512	361	213	188	435	349
Na	3,12	3,35	3,05	3,16	3,21	2,80
K	15,5	16,2	15,9	16,2	14,8	13,6
Ca						
<i>uomini</i>	3,12	2,60	1,99	2,48	1,93	1,93
<i>donne</i>	1,99	1,66	1,66	2,06	1,61	1,61
Mg						
<i>uomini</i>	15,9	15,7	1,99	2,48	1,93	1,93
<i>donne</i>	20,9	20,6	1,66	2,06	1,61	1,61
P	58,3	57,3	52,3	46,3	51,6	47,0
Fe						
<i>uomini</i>	3,42	2,95	6,19	5,75	4,24	2,80
<i>donne</i>	1,52	1,31	2,75	2,55	1,88	1,24
Zn						
<i>uomini</i>	2,49	2,14	4,50	4,18	14,7	12,1
<i>donne</i>	3,42	2,95	6,19	5,75	20,2	16,7
Cu	6,95	6,27	12,7	13,2	12,2	9,55
Mn						
<i>uomini</i>	0,07	0,06	0,08	0,07	0,90	0,77
<i>donne</i>	0,10	0,08	0,10	0,09	1,15	0,98
Se	70,7	60,3	163	181	78,5	78,6
Cr	78,9	68,0	31,8	29,2	21,8	31,5

Dai dati raccolti si può osservare come consumando una porzione di orata possano essere coperti i fabbisogni per EPA e DHA e per una serie di minerali: fra questi risultano di particolare interesse il fosforo ed il selenio.

Un altro studio eseguito da Simopoulos (79) suggerisce un fabbisogno settimanale di EPA+DHA per un uomo adulto con una dieta di 2000 kcal pari a 4,55 g: dai risultati ottenuti tale fabbisogno potrebbe essere coperto attraverso l'assunzione di un quantitativo di porzione edule secondo quanto riportato in tabella 21.15:

Tabella 21.15 Parte edule per copertura fabbisogni settimanali EPA+DHA (g)

	Intensivo	Valle	Gabbie
Cartoccio	362	870	426
Padella	464	890	480

Si può osservare come nelle tre tipologie d'allevamento intensive si abbia la necessità di consumare un quantitativo maggiore di porzione edule in caso di cottura in padella antiaderente, mentre nel caso della cottura al cartoccio si ha un maggiore quantitativo dei nutrienti citati.

22. Freschezza

22.1 Rilevazioni sensoriali

22.1.1 Schema UE

Nella tabella seguente è rappresentato per ciascuna tipologia d'allevamento il valore "sintetico" fornito da ogni operatore ad ogni momento di rilevazione:

Tabella 22.1 UE "secca"

Operatore	0	1	3	6	9	12	16
Intensivo							
R	E-E-E	E-E-E	A-A-A	B-B-B	B-B-B	C-C-C	C-C-C
C	E-E-E	E-E-E	A-A-A	B-B-B	B-B-B	C-C-C	C-C-C
P	E-E-E	E-E-E	A-A-A	B-A-B	B-B-B	B-B-C	C-C-C
S	E-E-E	E-E-E	A-A-A	B-B-B	B-B-B	B/C-B/C-B/C	C-C-C
B	E-E-E	E-E-E	A-A-A	B-A-A	B-B-B	C-C-C	C-C-C
%	E 100%	E 100%	A 100%	B 80%	B 100%	C 71%	C 100%
Valle							
R	E-E-E	E-E-E		A/B-A/B-A	A/B-A/B-B	B/C-B/C-B/C	C-C-C
C	E-E-E	E-E-E	E-A-E	A-A-A	B-B-B	C-B-C	C-C-C
P	E-E-E	E-E-E		A-A-A	B-B-B	C-B-B	C-C-C
S	E-E-E	E-E-E	E-E-E	A-A-A	A/B-A/B-A/B	B-B-B	C-C-C
B	E-E-E	E-E-E	E-A-A	B-A/B-B	B-A/B-B	C-B-B/C	C-C-C
%	E 100%	E 100%	E 67%	A 82%	B 100%	B 67%	C 100%
Gabbie							
R	E-E-E	E-E-E	A-A-A	A-A/B-A	B-B-B	B/C-B-B	C-C-C
C	E-E-E	E-E-E	A-A-A	B-B-B	B-B-B	C-B-C	C-C-C
P	E-E-E	E-E-E	A-A-A	A-A-A	B-B-B	C-B/C-B/C	C-C-C
S	E-E-E	E-E-E	A-A-A	A-A-A	B-B-B	B-B-B	C-C-C
B	E-E-E	E-E-E	A-A-A	A-A/B-A	B-B-B	B/C-B/C-B/C	B/C-C-C
%	E 100%	E 100%	A 100%	A 77%	B 100%	B 67%	C 100%

Per la valutazione delle percentuali sono state considerate solo le scelte singole.

La presenza di "caselle vuote" nella griglia è da attribuire ad assenza dell'operatore

Si è scelto, per ogni momento di valutazione, di offrire una misurazione percentuale del valore maggiormente presente: come si può constatare in alcuni casi è risultato difficile per l'operatore assegnare ciascun pesce alla specifica classe d'appartenenza, in questi casi si è fatto ricorso ad un doppia assegnazione per rappresentare una classe di transizione fra A e B e fra B e C. Ovviamente la maggior

“sicurezza” nell’assegnare ciascun pesce ad una singola classe si è avuta per pesci all’inizio od alla fine del periodo di stoccaggio (classe E o C)

Come già ricordato l’applicazione della griglia UE non attribuisce un punteggio di demerito come nel caso del *Quality Index Method*, quindi al fine di rappresentare l’andamento temporale è stato assegnato a ciascuna categoria prevista un valore numerico e precisamente E= 0, A= 1, B= 2 e C= 0.

L’applicazione pratica dello schema UE “tradotto” in valori numerici ha portato alla stesura della seguente tabella:

Tabella 22.2 Andamento temporale schema UE

Giorno	Intensivo	Valle	Gabbie
0	0,1	0,0	0,0
1	1,2	0,8	2,5
3	5,8	3,6	7,9
6	10,6	8,1	8,9
9	12,4	10,7	11,1
12	15,0	13,0	12,7
16	17,8	15,1	16,3

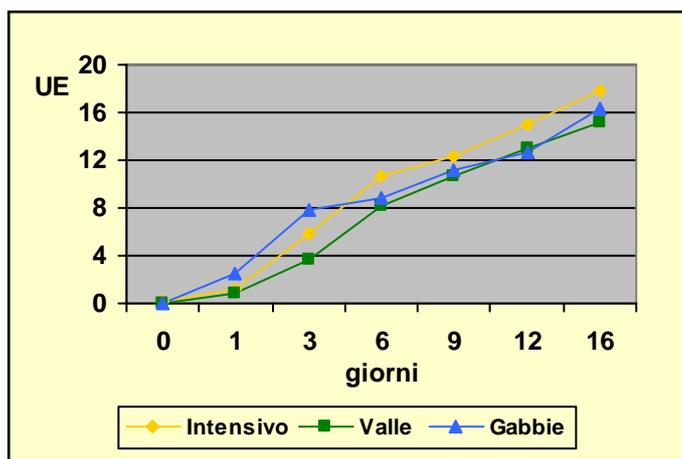


Fig. 22.1 Rappresentazione andamento temporale UE

Si può osservare come nelle prime fasi di conservazione si abbia un punteggio più elevato per le orate allevate in gabbia galleggianti, mentre dal sesto giorno di stoccaggio sono le orate provenienti da allevamento intensivo ad avere le performance peggiori, sino a

pervenire ad un punteggio finale di 17,8. Si può inoltre osservare come per le orate di valle si abbiano nella maggior parte dei casi valori più bassi rispetto alle altre due tipologie di allevamento.

22.1.2 QIM

L'applicazione dello schema QIM nei momenti di osservazione stabiliti ha portato, per ciascuna tipologia di allevamento, alla compilazione della seguente tabella:

Tabella 22.3 Andamento temporale QIM

Giorno	Intensivo	Valle	Gabbie
0	0,1	0,0	0,1
1	0,5	0,2	1,5
3	4,5	3,0	7,3
6	9,3	7,7	8,3
9	11,5	10,1	10,0
12	12,9	12,3	10,4
16	14,9	13,4	14,6

Nel grafico seguente, si può invece apprezzare visivamente l'andamento nei diversi giorni di stoccaggio delle tipologie d'allevamento considerate.

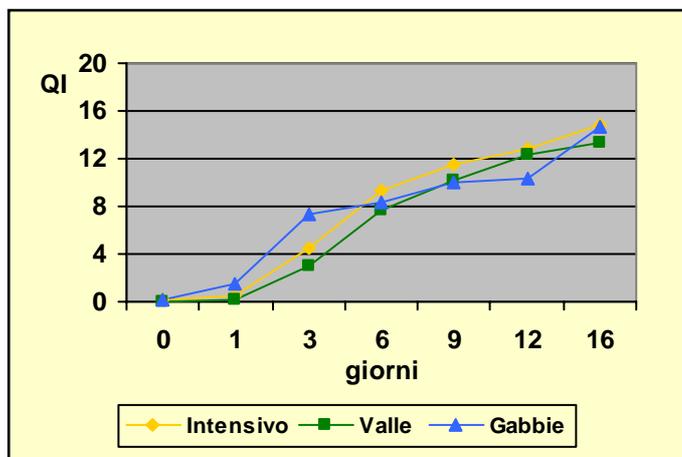


Fig. 22.2 Rappresentazione andamento temporale QIM

Nei grafici seguenti è stata invece rappresentata per ciascuna tipologia di allevamento la retta di regressione raffrontata a quanto descritto da Huidobro e coll. (38).

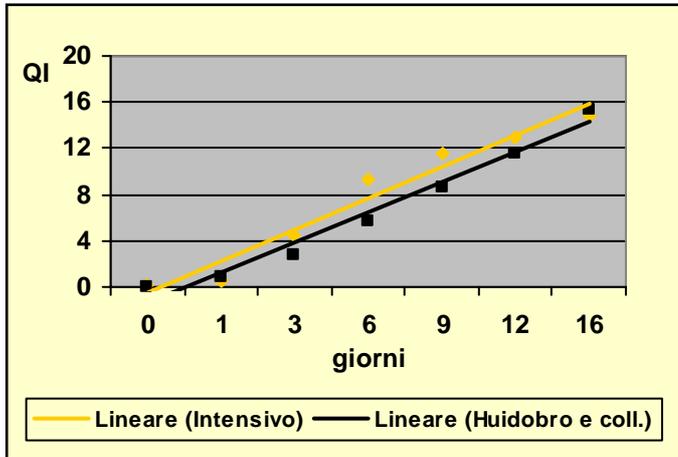


Fig. 22.3 Rappresentazione andamento QIM intensivo

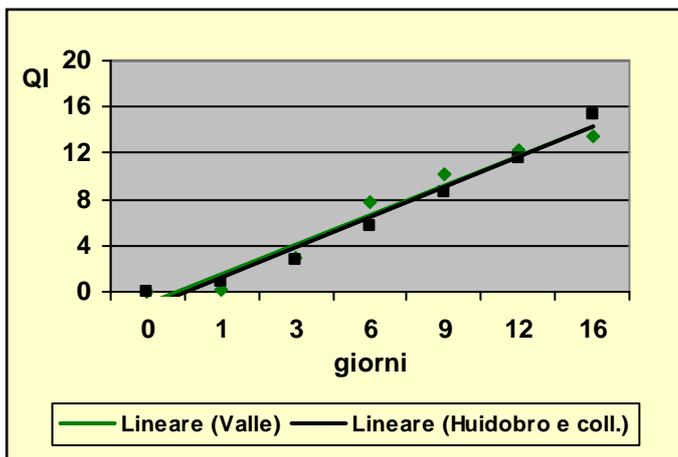


Fig. 22.4 Rappresentazione andamento QIM valle

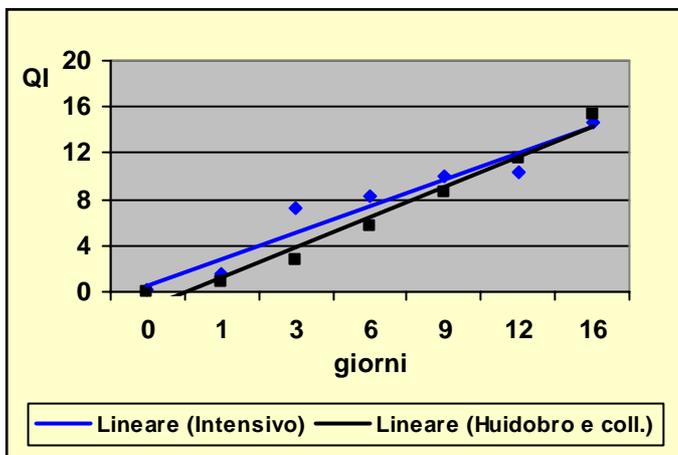


Fig. 22.5 Rappresentazione andamento QIM gabbie

Innanzitutto si può dire che, come per lo schema UE, si può osservare un punteggio più elevato nelle prime fasi di stoccaggio per le orate allevate in gabbie galleggianti, mentre dal sesto giorno sono le orate intensive a presentare lo *score* più elevato fino ad arrivare ad un punteggio finale complessivo di demerito pari a 14,9. Il tracciato per le orate da gabbia galleggianti vede, come già detto, una perdita di freschezza repentina nelle prime fasi di stoccaggio, per poi stabilizzarsi nel periodo intermedio della prova. Per quanto riguarda le orate di valle si può invece osservare una graduale perdita di freschezza nel tempo ed un punteggio di demerito finale inferiore a quanto osservato per le altre due tipologie d'allevamento.

Per quanto riguarda la sovrapposibilità con quanto preliminarmente osservato da Huidobro e coll. (38) si può descrivere una forte corrispondenza con la retta di regressione ottenuta per l'allevamento di valle; a proposito dell'allevamento intensivo un netto parallelismo ma con valori superiori rispetto a quanto descritto e da ultimo, per l'allevamento in gabbie, una minore inclinazione della retta, determinata dalla già descritta perdita di freschezza nelle prime fasi di stoccaggio, pur giungendo al termine del periodo di stoccaggio a valori sovrapposibili.

22.2 Rilevazioni fisiche

22.2.1 Torrymeter

I risultati emersi dall'analisi effettuata con il Torrymeter sono riassunti in tabella 22.4:

Tabella 22.4 Andamento temporale Torrymeter

Giorno	Intensivo			Valle			Gabbie		
0	11,7	±	0,6	12,5	±	0,5	12,7	±	0,6
1	11,5	±	0,0	12,5	±	0,5	13,0	±	0,5
3	11,3	±	0,3	11,8	±	0,3	13,2	±	0,3
6	11,2	±	0,6	11,0	±	0,0	11,0	±	0,0
9	7,8	±	0,3	9,5	±	0,9	11,3	±	0,6
12	9,0	±	0,0	10,0	±	1,0	10,7	±	0,3
16	8,7	±	0,6	10,0	±	1,0	9,5	±	1,0

Dal grafico seguente risulta meglio apprezzabile l'andamento temporale di questo valore:

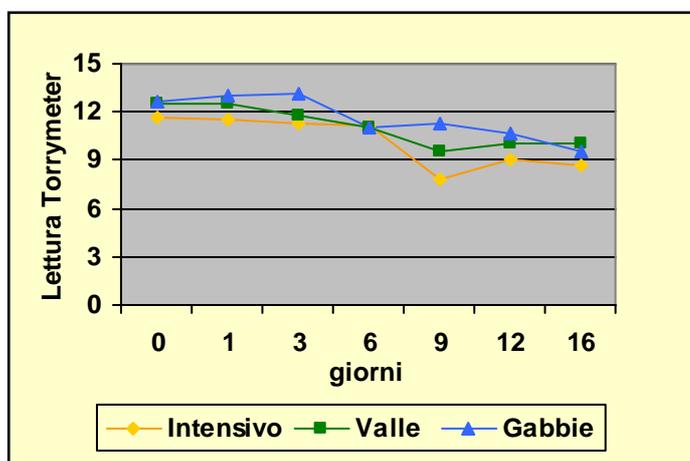


Fig. 22.6 Rappresentazione andamento temporale Torrymeter

Si può osservare come ci sia una graduale diminuzione del valore nel tempo passando da 11,7 ad 8,7 nel caso dell'allevamento intensivo, da 12,5 a 10,0 nel caso della vallicoltura e da ultimo da 12,7 a 9,5 nel caso delle orate allevate in gabbia.

Interessante notare come le orate da tutte e tre le tipologie d'allevamento all'inizio, dopo 6 giorni ed al termine del periodo di stoccaggio presentino valori molto vicini fra loro.

Tale andamento, cioè una graduale riduzione del parametro nel tempo, è risultato essere in linea con quanto atteso. Se si confrontano i dati ottenuti con quanto descritto da Vladimirov Lougovois e coll. (87) a proposito di orate di 350-550 g tenute alle medesime condizioni di refrigerazione si osserva una certa corrispondenza con i valori riscontrati. In tale lavoro infatti si parte da valori intorno a 12 per poi arrivare, dopo 15 giorni di stoccaggio a valori attorno ad 8. Anche in un lavoro di Tejada e Huidobro (83) in orate di taglia 458-505 g e conservate sotto ghiaccio nelle medesime condizioni, sono state rilevati valori iniziali attorno a 10 che sono poi scesi gradualmente, dopo 15 giorni, a seconda dell'anno considerato, a valori prossimi a 8.

22.2.2 pH

I risultati derivanti dalla misurazione del valore di pH sono riportati nella tabella seguente, mentre nel grafico successivo è rappresentata l'andamento temporale del valore precedentemente citato.

Tabella 22.5 Andamento temporale pH

Tempo (T)	Allevamento (A)			Overall mean (Om)	MSE	Significatività statistica		
	Intensivo	Valle	Gabbie			A	T	A*T
0	6,33	6,28	6,54	6,38	0,004	***	*	**
1	6,27	6,38	6,53	6,39				
3	6,26	6,36	6,55	6,39				
6	6,31b	6,39b	6,66a	6,45				
9	6,24b	6,46ab	6,52a	6,41				
12	6,26b	6,43ab	6,57a	6,42				
16	6,34	6,54	6,52	6,47				
Om	6,29c	6,41b	6,56a					

MSE: Mean Squared Error; *** P ≤ 0,001; ** P ≤ 0,01; * P ≤ 0,05; + P ≤ 0,10; n.s. non significativo
Fra gruppi a, b, c (P ≤ 0,05).

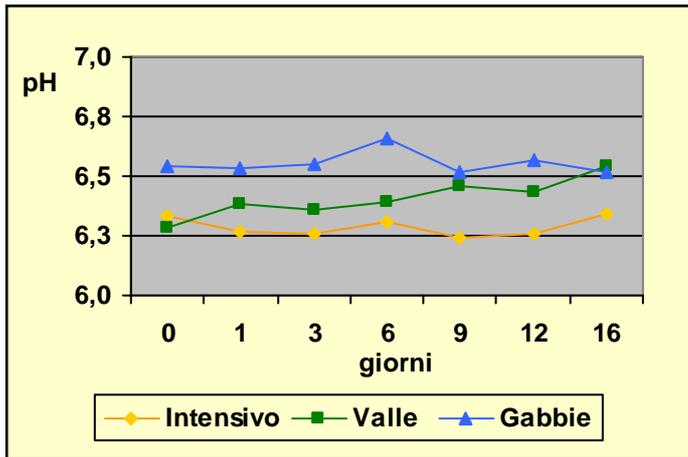


Fig. 22.6 Rappresentazione andamento temporale pH

É possibile notare come sia evidente un andamento in cui, per ciascun tipo di allevamento, si verificano variazioni scarsamente significative nel tempo; può essere descritta una tendenza ad un aumento del valore nel tempo. Per quanto riguarda la diversa conduzione sono stati ottenuti risultati complessivi che si differenziano statisticamente: l'allevamento intensivo vede valori di pH più bassi rispetto all'allevamento di valle e, ancora più marcatamente, rispetto all'allevamento in gabbie.

Il *range* di valori complessivo va da un minimo di 6,24 ad un massimo di 6,67. I valori di partenza sono compresi nel *range* di quanto descritto in letteratura e cioè compresi fra 6,8 e 6,1 (40, 82). Dai dati presenti in letteratura in diversi lavori (48, 40, 31) si può notare un aumento del valore di pH nel tempo.

Anche nel nostro caso si verifica una certa tendenza all'aumento del valore nel tempo. In ogni modo dalla valutazione dei dati sperimentali si potrebbe affermare che la valutazione di tale parametro nel tempo, rispetto ad altre metodologie analitiche, risulti meno rilevante per la stima dello stato di freschezza nelle orate provenienti dalle diverse tipologie d'allevamento.

22.2.3 WHC

Nella tabella 22.6 e nel grafico successivo è possibile valutare l'andamento del valore del WHC nel tempo.

Tabella 22.6 Andamento temporale WHC

Tempo (T)	Allevamento (A)			Overall mean (Om)	MSE	Significatività statistica		
	Intensivo	Valle	Gabbie			A	T	A*T
0	77,8	71,9	68,4	y72,7	33,30	***	**	n.s.
1	80,7	85,2	70,9	xy78,9				
3	85,1	89,0	69,6	xy81,2				
6	78,5	90,0	74,5	xy81,0				
9	80,0	91,2	73,3	xy81,5				
12	90,9	87,1	84,2	x87,4				
16	81,8	81,3	78,2	xy80,4				
Om	82,1a	85,1a	74,1b					

MSE: Mean Squared Error; *** P ≤ 0,001; ** P ≤ 0,01; * P ≤ 0,05; + P ≤ 0,10; n.s. non significativo
Fra gruppi a, b, c (P ≤ 0,05); entro gruppi: x, y (P ≤ 0,05).

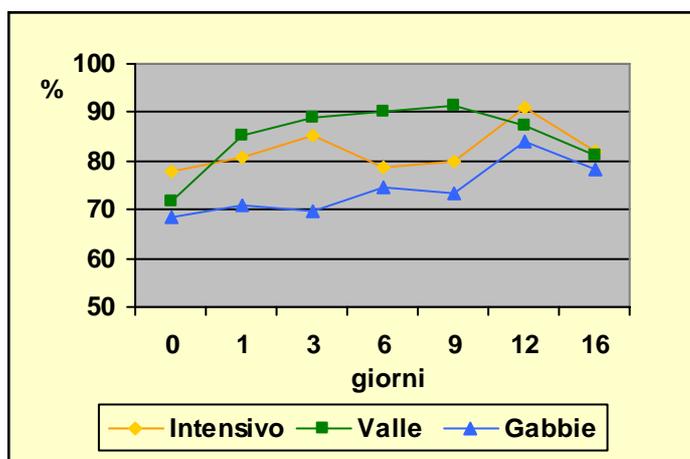


Fig. 22.7 Rappresentazione andamento temporale WHC

Cominciamo con l'affermare che il fattore tempo ed il fattore allevamento risultano statisticamente significativi. I valori di partenza risultano essere rispettivamente del 77,8 % per le orate intensive, del 71,3 per gli animali di valle e del 68,4 % per gli animali allevati in gabbia, il punto di arrivo finale dopo 16 giorni di stoccaggio sottogiaccio risulta molto vicino variando dall' 81,8 % per le orate allevate intensivamente al 79,1 % per gli animali allevati in gabbia.

I valori descritti nei giorni di osservazione intermedi vedono una certa oscillazione del dato che comunque rimane in un *range* complessivo compreso fra 69,6 % del terzo giorno di osservazione per gli animali di gabbia ed il 91,2 % del nono giorno delle orate di valle. Per un raffronto con dati presenti in letteratura per quanto riguarda l'andamento temporale registrato si può prendere in considerazione un lavoro di Suarez e coll. (81) in cui si verifica un progressivo aumento del valore di WHC dal 46,7 al 59,3 %, 5 giorni dopo la morte del pesce. In questo lavoro, però, ritroviamo valori piuttosto bassi rispetto a quanto abbiamo osservato. In un lavoro di Flos e coll. (18) sono stati rilevati valori che si avvicinano maggiormente a quanto osservato nel presente elaborato con valori iniziali variabili a seconda del tipo d'allevamento dal 93 all'81 %.

22.3 Rilevazioni chimiche

22.3.1 Cataboliti dell'ATP

I risultati in riferimento al valore del *K value* sono riassunti per ciascun sistema di allevamento in tabella 22.7:

Tabella 22.7 Andamento temporale *K value* (%)

Giorno	Intensivo	Valle	Gabbie
0	1	1	1
1	3	2	2
3	4	3	6
6	7	5	7
9	10	13	11
12	18	19	13
16	19	24	27

Si può notare come ci sia un aumento graduale del valore percentuale come viene meglio visualizzato nel grafico seguente:

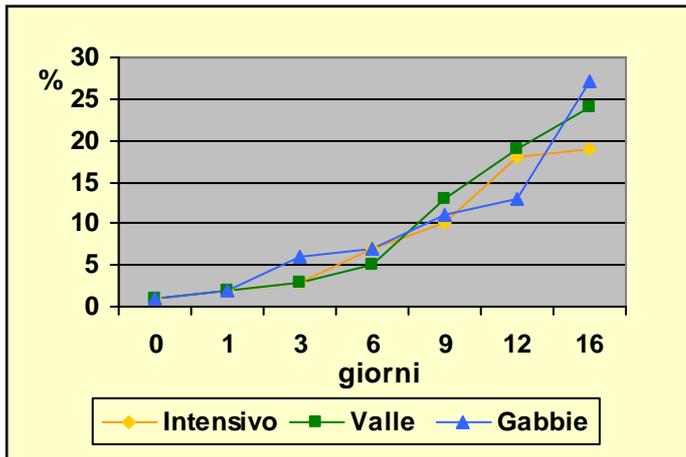


Fig. 22.8 Rappresentazione andamento temporale del *K value*

L'andamento di questo valore vede una certa sovrapposizione fra i tre sistemi d'allevamento: si parte infatti al primo giorno d'osservazione dal medesimo valore per poi giungere gradualmente al giorno 16 ad un valore del 18 % per quanto riguarda le orate intensive, al 24 % circa le orate di valle ed infine al 27 % per quanto riguarda le orate allevate in gabbia galleggiante.

Anche in questo caso si può descrivere un valore più elevato nel primo periodo di stoccaggio per le orate allevate in gabbie ed un forte aumento percentuale nell'ultimo periodo di stoccaggio. Passando da un valore del 12 % al giorno 12 ad un valore finale pari al 27 %.

Per quanto riguarda le altre due tipologie d'allevamento si può osservare un graduale aumento del valore nel tempo.

Da un raffronto con i dati presenti in letteratura si può affermare che il *K value* registrato durante questa prova sperimentale rispecchia quanto già osservato in diversi lavori scientifici. Dopo 5 giorni di stoccaggio, nei lavori 31, 39 ed 87 sono stati registrati valori attorno al 7-10 % dopo 10 giorni nei medesimi lavori valori oscillanti fra il 10 ed il 20 % ed infine, dopo 15 giorni, valori compresi in un *range* di valori fra il 15 ed il 30 % circa .

23. Resistenza lipidi intramuscolari allo stoccaggio congelato

23.1 Acidi grassi liberi

Per quanto riguarda l'andamento temporale degli acidi grassi liberi (AGL) sono stati fissati tre momenti temporali ed i dati per ciascun tipo d'allevamento sono riportati in tabella 23.1:

Tabella 23.1 Andamento temporale acidi grassi liberi (AGL)

Tempo (T)	Allevamento (A)			Overall mean (Om)	MSE	Significatività statistica		
	Intensivo	Valle	Gabbie			A	T	A*T
T0	0,78	0,23	y0,15	z0,39	0,033	**	***	***
T1	0,76	0,70	x0,78	y0,74				
T2	1,11b	0,82b	x1,91a	x1,28				
Om	0,88a	0,58b	0,94a					

MSE: Mean Squared Error; *** $P \leq 0,001$; ** $P \leq 0,01$; * $P \leq 0,05$; + $P \leq 0,10$; n.s. non significativo
Fra gruppi *a, b, c* ($P \leq 0,05$); entro gruppi: *x, y, z* ($P \leq 0,05$). T0= giorno 0, T1= giorno 45 e T2= giorno 90.

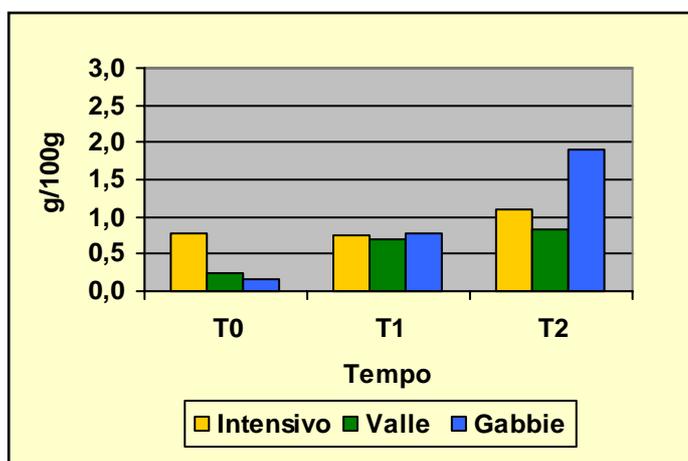


Fig. 23.1 Rappresentazione andamento temporale AGL

Si può notare una forte significatività statistica per il fattore tempo ed anche per la diversa tipologia di allevamento; in generale può essere descritto un aumento nel tempo del valore in AGL per le tre tipologie: nel caso delle orate intensive si registra una certa sovrapposibilità fra i primi due valori (T0= 0,78 e T1= 0,76) per poi arrivare dopo 90 giorni

ad un valore pari a 1,11 g/100g. Per quanto riguarda le orate di valle il valore passa da 0,23 a 0,70 per poi giungere a 0,82 g/100g. Le orate allevate in gabbia vedono un aumento del valore in acidi grassi liberi da 0,15 a 0,78 fino a 1,91 g/100g.

Tale aumento del valore nel tempo corrisponde a quanto atteso a proposito del valore in AGL in quanto, come precedentemente affermato, un incremento degli acidi grassi liberi rappresenta un evento consolidato nel *post mortem*. In letteratura sono scarsi i lavori in merito all'orata, in quanto l'attenzione è più focalizzata su pesci con più elevato tenore lipidico in quanto maggiormente esposti a fenomeni di ossidazione lipidica.

23.2 Perossidi

I dati riguardanti il numero di perossidi sono riportati nella tabella e nel grafico seguente:

Tabella 23.2 Andamento temporale numero di perossidi (NP)

Tempo (T)	Allevamento (A)			Overall mean (Om)	MSE	Significatività statistica		
	Intensivo	Valle	Gabbie			A	T	A*T
T0	8,38	7,33	4,64	y6,79	3,119	***	***	***
T1	25,8a	13,4b	7,24b	x15,5				
T2	4,85	6,23	3,88	y4,99				
Om	13,0a	9,00b	5,25c					

MSE: Mean Squared Error; *** P ≤ 0,001; ** P ≤ 0,01; * P ≤ 0,05; + P ≤ 0,10; n.s. non significativo
Fra gruppi a, b, c (P ≤ 0,05); entro gruppi: x, y, z (P ≤ 0,05). T0= giorno 0, T1= giorno 45 e T2= giorno 90.

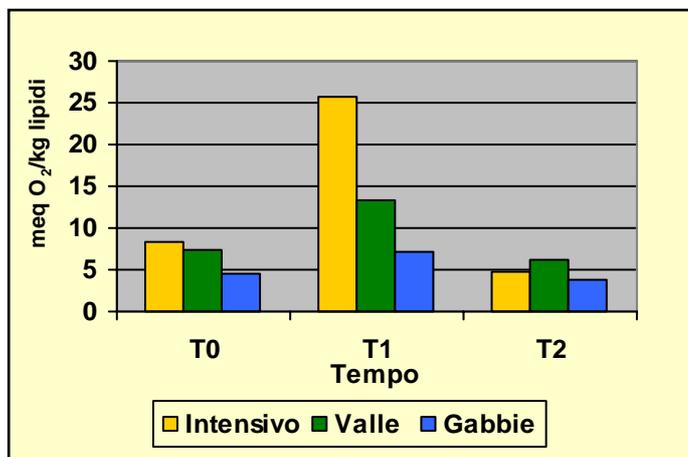


Fig. 23.2 Rappresentazione andamento temporale NP

Per quanto riguarda l'andamento del numero di perossidi i dati presenti in tabella 23.2 esprimono un andamento bifasico dal tempo 0 al tempo 2: difatti al tempo 0 si osserva un *range* di valori che varia da un 4,64 per le orate allevate in gabbia fino ad un 8,38 per le orate intensive. Dopo 45 giorni si assiste ad un aumento di varia entità del valore con un minimo pari a 7,24 per le orate allevate in gabbia ad un massimo pari a 25,4 per le orate intensive che risulta statisticamente significativo. Dopo 90 giorni si assiste in ogni caso ad una diminuzione del valore con valori compresi fra un 3,88 per le orate allevate in gabbia ad un 4,85 per le orate intensive.

23.3 TBA

L'ultimo parametro considerato per la valutazione del livello di alterazione dei lipidi muscolari è l'acido tiobarbiturico (TBA).

Tabella 23.3 Andamento temporale acido tiobarbiturico (TBA)

Tempo (T)	Allevamento (A)			Overall mean (Om)	MSE	Significatività statistica		
	Intensivo	Valle	Gabbie			A	T	A*T
T0	0,06	0,09	0,04	<i>z0,06</i>	0,000	**	***	***
T1	0,10b	0,07b	0,26a	<i>y0,14</i>				
T2	0,21	0,13	0,19	<i>x0,18</i>				
Om	<i>0,12b</i>	<i>0,10b</i>	<i>0,16a</i>					

MSE: Mean Squared Error; *** P ≤ 0,001; ** P ≤ 0,01; * P ≤ 0,05; + P ≤ 0,10; n.s. non significativo
Fra gruppi *a, b, c* (P ≤ 0,05); entro gruppi: *x, y, z* (P ≤ 0,05).

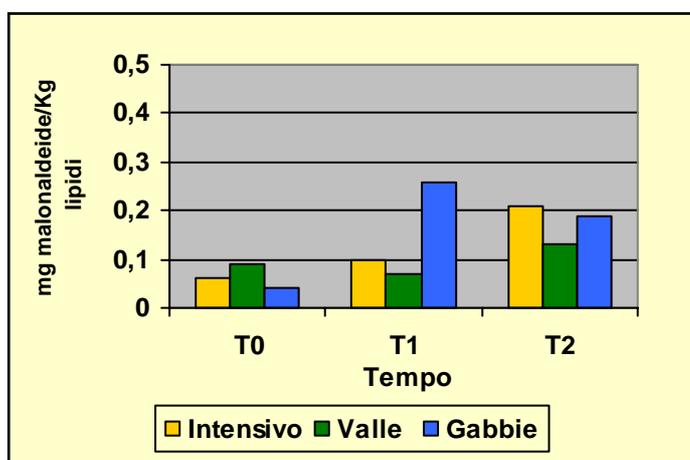


Fig. 23.3 Rappresentazione andamento temporale TBA

Dalla tabella 23.3 e dal grafico 23.3 è possibile valutare come si verifichi un graduale aumento del valore in TBA nel tempo che risulta quindi un fattore altamente significativo; in particolare nell'allevamento intensivo si passa da un valore iniziale pari a 0,06 mg/kg ad un valore al giorno 90 pari a 0,21, nel caso dell'allevamento di valle da un valore iniziale di 0,09 mg/kg ad uno finale di 0,13, infine nel caso dell'allevamento in gabbie si verifica un aumento da 0,04 ad un valore al T2 di 0,19.

Anche in questo caso la letteratura si dimostra insufficiente nella proposta di lavori di rilevazione del TBA in prove di stoccaggio congelato su orata.

Infine, in linea generale, è necessario ricordare che i prodotti di degradazione misurati con questi indici possono sia essere degradati che interagire con altri costituenti, e determinare dei risultati non lineari.

24. Analisi sensoriale

24.1 Test triangolare esteso

I risultati derivanti dall'applicazione del test triangolare sono schematizzati nella tabella 24.1: i dati si riferiscono a tre valutazioni successive (I, II, III) eseguite dai 6 panelisti in diversi momenti di lavoro.

Tabella 24.1 Esito test triangolare: A: Gabbie, B: Intensivo e C: Valle

ASSESSORS	A vs B			A vs C			B vs C		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	X		X		X		X		
2	X	X	X	X	X		X	X	X
3	X		X		X	X	X	X	X
4		X	X	X	X	X	X		X
5			X	X		X		X	X
6	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Risposte corrette	4	3	6	4	5	4	5	4	5
TOTALE		13			13			14	

X: risposta corretta; casella vuota: risposta errata.

Dalla tabella 24.1 si può osservare come nel test A vs B siano state date 13 risposte corrette su 18, nel test A vs C 13 risposte esatte su 18 ed infine nel test B vs C 14 risposte corrette.

Sulla base di quanto previsto dalla norma ISO 4120 (45) si può affermare che, considerato il numero di valutatori ed il numero di esiti corretti, le tre tipologie di conduzione sono risultate sensorialmente distinguibili con una significatività statistica dello 0,001 % (45).

Come già ricordato si è deciso di estendere il test triangolare ad una valutazione di natura descrittiva, soprattutto per quei parametri come odore e sapore.

Fra le risposte corrette emerse dal test triangolare è stato possibile costruire uno schema al fine di attribuire a ciascuna tipologia d'allevamento una serie di caratteristiche che è possibile schematizzare come riportato in tabella 24.2:

Tabella 24.2 Esito test triangolare esteso

	Intensivo	Valle	Gabbie
Odore	Verde (fagiolini, minestrone, verde), nota pungente (rancido, mangime per pesci e per polli)	Verde, nota di pesce (pesce, mangimi per pesci, salmastro)	Verde, salso-salmastro, componente umida (fungo, terra, straccio bagnato)
Gusto	Acido	Amaro	Dolce, saporito
Aroma	Pollo, pesce (aringa, pesce, ammoniaca, mangime per pesci), componente umida (terra bagnata, fango), rancido leggero (carta bagnata)	Pollo, pesce, (aringa, pesce, sangue, mangime per pesci), algale, componente umida (fango, fungo), rancido leggero (carta bagnata)	Leggero pollo, leggera componente umida (fungo), pesce
Mouthfeels	Fioccoso, granuloso	Granuloso	Fioccoso, fibroso, acquoso
Retrogusto	Metallico, mangime polli	Metallico/vegetale	Metallico/vegetale
Succosità	**	*	***

***succosità elevata; **media; *bassa

È da sottolineare che fra le tre tipologie d'allevamento considerate la tesi intensiva risulta la più affollata in definizioni ed emergono note di mangime, verde e vegetali vari, nonché note rancide e metalliche. Per quanto riguarda le orate provenienti da allevamento di valle, emergono definizioni salmastre, algali, fangose e metalliche. Assolutamente da rimarcare che la nota algale è stata rilevata solo nell'allevamento di valle. Infine, a proposito delle orate provenienti da allevamento in gabbie galleggianti, questa tipologia di allevamento risulta la meno ricca di definizioni a proposito di odore, gusto e aroma ma più ricca in percezioni fluide (acquosità ma anche oleosità): essendo tale profilo meno dettagliato soprattutto rispetto alle orate provenienti da allevamento intensivo, sembrerebbe distinguersi per un profilo sensoriale tenue, dal gusto dolce.

Ai valutatori è stato infine proposto di esprimere una preferenza: considerando le preferenze complessive sulle 40 risposte corrette (40/54) il maggior numero di preferenze è andato all'allevamento in gabbie (16) seguito dall'allevamento in valle (12) e dall'intensivo (11). I risultati ottenuti farebbero pensare che il consumatore orienti le proprie preferenze su un prodotto con caratteristiche di odore e sapore piuttosto tenui; non risultano particolarmente graditi i sapori più forti (algale) che caratterizzano ad esempio l'orata di valle. A proposito dell'allevamento intensivo è forse l'elevato contenuto lipidico che riflette una nota di rancidità percepita come non gradita dal consumatore.

CONCLUSIONI E PROSPETTIVE

Dai dati sperimentali ottenuti è stato possibile raccogliere notevoli diversità che tratteggiano in maniera molto marcata le tre tipologie d'allevamento. Per poter rispondere alla domanda che ci siamo posti all'inizio dell'elaborato, cioè da quale tipologia d'allevamento provenga l'orata migliore, risulta difficile esprimere un giudizio definitivo sulla base dei risultati ottenuti. Sarebbe forse necessario cercare di creare un indice, una sorta di *Indice di Qualità Totale*, che vada a raccogliere tutti i parametri investigati, misurandoli sulle reali esigenze del consumatore finale.

Dal punto di vista dell'allevatore risulta di fondamentale importanza il perfezionamento di tutte quelle procedure, sia a livello strutturale che di gestione dell'alimentazione, che possano portare alla produzione e soprattutto alla valorizzazione sul mercato di un pesce di maggiore qualità, anche tramite il ricorso a specifici disciplinari di produzione come già ampiamente messo in opera per altre derrate alimentari.

Nell'ambito di una sempre più elevata attenzione, anche da un punto di vista legislativo, sul concetto di filiera e sicurezza alimentare, un altro possibile risvolto dell'apprezzamento di tali differenze qualitative nei tre metodi di allevamento potrebbe estrinsecarsi nell'applicazione di una diversa etichettatura del prodotto al fine di tutelare maggiormente il consumatore ed informarlo sulla provenienza specifica d'allevamento.

BIBLIOGRAFIA

NOTA METODOLOGICA

Si è scelto di rappresentare il materiale raccolto in bibliografia considerando separatamente il materiale rinvenuto in libri e/o riviste e quello reperito da materiale disponibile *in rete*.

Nel primo caso le fonti sono raccolte in ordine alfabetico e cronologico e nel testo è indicato il rispettivo numero di riferimento; nel secondo caso nel testo è stata indicata la fonte e l'anno in carattere azzurro ed in bibliografia il sito *Internet* per esteso e la data di ultima consultazione.

LIBRI E RIVISTE

1. 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.
2. Almansa E., Martin M.V., Cejas J.R., Badia P., Jerez S., Lorenzo A. (2001) Lipid and fatty acid composition of female gilthead seabream during their reproductive cycle: effects of a diet lacking *n-3* HUFA. *Journal of Fish Biology*.
3. Amerio M., Ruggi C., Badini C. (1996) Meat quality of reared fish: nutritional aspects. *Italian Journal of Food Science*, 3, 221-229.
4. AOAC (2000) *Official Methods of Analysis* (17° ed.). Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD (USA).

5. Aubourg Santiago P., Medina Isabel (1999) Influence of storage time and temperature on lipid deterioration during cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) frozen storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, 1943-1948.
6. Aubourg S.P., Piñeiro C., e Gonzàlez M.J. (2004) Quality loss relatede to rancidity development during frozen storage of Horse Mackerel (*Trachurus trachurus*). *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 81, 671-678.
7. Badiani A., Adinolfi F., Bonaldo A., Fagioli P., Foschi C., Testi S., Gatta P.P. (2007) Guida alla valutazione sensoriale della freschezza di nasello (*Merluccius merluccius*), lanzardo (*Scomber japonicus*), suro (*Trachurus spp.*). Libreria Bonomo Editrice, Bologna, 178 pp., 121 foto.
8. Botta J.R. (1985) *Evaluation of seafood freshness quality*. New York: VHC Publishers.
9. Bremner H. Allan (2000) *Safety and quality in fish processing*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.
10. Carpenè E., Martin B., Dalla Libera L. (1998) Biochemical differences in lateral muscle of wild and farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Fish Physiology and Biochemistry*, 19, 229-238.
11. Cataudella S., Carrada G.C. (2000) *Un mare di risorse*. Consorzio Uniprom, Città di Castello, 145-148 e 280-281.

- 12.Christie W.W. (1989) *Gas chromatography and lipids – A practical guide* (pp. 67-69). Ayr, UK: The Oil Pres.
- 13.Connor W.E. (2000) Importance of n-3 fatty acids in health and disease. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71, 171-175.
- 14.Cuq J.L., Lorient D. (1992) Influence de traitements technologiques sur la valeur nutritionnelle des proteines alimentaires. In: Aspects nutritionnels des constituants des aliments influences de technologies. *Les Cahiers de l'ENS. BANA*, 8, 93-155.
- 15.De Silva S.S., Anderson T.A. (1995) *Fish Nutrition in Aquaculture*, Chapman & Hall, London.
- 16.Echarte M., Zulet M.A., Astiasaran I.(2001) Oxidation process affecting fatty acids and cholesterol in fries and roasted salmon. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 5662-5667.
- 17.Ferreira Pinto J., Nunes M.L., Cardoso C. (2007) Feeding interruption and quality of cultured gilthead sea bream. *Food Chemistry*, 100 (4), 1504-1510.
- 18.Flos R., Reig L., Oca J., Ginovart M. (2002) Influence of marketing and different land-based system on gilthead sea bream (*Sparus aurata*) quality. *Acquaculture International*, 10, 189-206.

19. Folch J., Lees M., Sloane-Stanley G.H. (1957) A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissue. *Journal of Biological Chemistry*, 226, 497-509.
20. Gail V. Civille, Brenda G. Lyon (2001) *Aroma and Flavour Lexicon for Sensory Evaluation: terms, definitions, references and example*. American Society for Testing and Materials data serie publication; DS 66. 100 Barr Harbor Drive. West Conshocken, PA.
21. Gall K.L., Otwell W.S., Koburger J.A. Appledorf H. (1983) Effects of four cooking methods on proximate, mineral and fatty acid composition of fish fillets. *Journal of Food Science*, 48, 1068-1074.
22. Giani I., Caprino F., Panseri S., Mentasti T., Bellagamba F., Moretti V.M., Valfre F., Malandra R. (2005) Farmed and wild gilthead sea bream: chemical characteristics, nutritional properties and useful markers to identify their origin and method of production. *Industrie Alimentari*, 44 (449), 739-752, 757.
23. Gines R., Palicio M., Zamorano M.J., Arguello A., Lopez J.L., Afonso J.M. (2002) The effect of long-day photoperiod on growth, body composition and skin colour in immature gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture Research*, 35, 1207-1212.

24. Gokoglu N, Yerlikaya P., Cengiz E. (2004) Effects of cooking methods on proximate composition and mineral contents of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Food Chemistry*, 84, 19-22.
25. Gomes E., Dias J., Silva P., Valente J., Empis J., Gouveia L., Bowen J., Young A. (2002) Utilization of natural and syntetic sources of carotenoids in the skin pigmentation of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *European Food Research and Technoogy.*, 214, (287-293).
26. Gómez-Guillén M.C., Montero P., Hurtado O., Borderías A.J. (2000) Biological characteristics affect the quality of farmed atlantic salmon and smoked muscle. *Food Chemistry and Toxicology*, 65, 1, 53-60.
27. Gómez-Guillén M.C., Montero P., Hurtado O., Borderías A.J. (2000) Biological characteristics affect the quality of farmed Atlantic Salmon and smoked muscle. *Journal of Food Science*, Vol. 65, No. 1
28. Gouveia L., Choubert G., Pereira N., Santinha J., Empis J., Gomes E. (2002) Pigmentation of gilthead seabream, *Sparus aurata* L. 1875, using *Chlorella vulgaris* Chlorophyta, Volvocales microalga. *Aquaculture Research*, 33, 987-993.
29. Grigorakis K., Alexis M.N., Taylor K.D.A., Hole M. (2002) Comparison of wild and cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*); composition, appearance and seasonal variations. *International Journal of Food Science & Tecnology*, 37 (5), 477-484.

30. Grigorakis K., Taylor K.D.A., Alexis M.N. (2003) Organoleptic and volatile aroma compounds comparison of wild and cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*): sensory differences and possible chemical basis. *Aquaculture*, 225, 109-119.
31. Grigorakis K., Taylor K.D.A., Alexis M.N. (2003) Seasonal patterns of spoilage of ice-stored cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Food Chemistry*, 81, 263-268.
32. Grigorakis K., Alexis M., Gialamas I., Nikolopoulou D. (2004) Sensory, microbiological and chemical spoilage of cultured common sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice: a seasonal differentiation. *European Food Research and Technology*, 219, (584-587).
33. Grigorakis K., Alexis M. (2005) Effects of fasting on the meat quality and fat deposition of commercial-size farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) fed different dietary regimes. *Aquaculture Nutrition*, 11, 341-344.
34. Haard N.F. (1992) Control of chemical composition and food quality attributes of cultured fish. *Food Research International*, 25, 289-307.
35. Hallier A., Chevallier S., Serot T. e Prost C. (2007) Influence of farming conditions on colour and texture of European catfish (*Silurus glanis*) flesh. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 814-823.

- 36.Hearn T.L., Sgoutas S.A., Hearn J.A., Sgoutas D.S. (1987) Polyunsaturated fatty acids and fat in fish flesh for selecting species for health benefits. *Journal of Food Science*, 52 (5), 1209-1211.
- 37.Higgs J.D. (2000) The changing nature of red meat: 20 years of improving nutritional quality. *Food Science and Technology*, 11 (3), 85-95
- 38.Huidobro A., Pastor A., Tejada M. (2000) Quality index method developed for raw gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Journal of Food Science*, 65, 7, 1202-1205.
- 39.Huidobro A., Mendes R., Nunes M.L. (2001) Slaughtering of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) in liquid ice: influence on fish quality. *European Food Research and Technology*, 213 (4/5), 267-272.
- 40.Huidobro A., Pastor A., Lopez-Caballero M.E., Tejada M. (2001) Washing effect of the quality index method (QIM) developed for raw gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *European Food Research and Technology*, 212 (4), 408-412.
- 41.Huidobro A., Tejada M. (2004) Gilthead sea bream (*Sparus aurata*): suitability for freezing and commercial alternatives. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84 (11), 1405-1413.

- 42.Hurtado R., Grigorakis K., Nengas I., Alexis M.N., Kyriakakos L., Fountoulaki E., Flos R. (2006) Quality characteristics of organically cultured gilthead seabream (*Sparus aurata*). XII International Symposium on Nutrition and Feeding in Fish, Biarritz-France, Book of Abstracts, p. 301.
- 43.Huss H.H. (1998) Fresh fish quality and quality changes. Rome: FAO Fisheries serie No. 29.
- 44.Ibarz A., Blasco J., Beltran M., Gallardo M.A., Sanchez J., Sala R., Fernandez-Borras J. (2005) Cold-induced alterations on proximate composition and fatty acid profiles of several tissues in gilthead sea brea (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 249, 477-486.
- 45.ISO 4120 (2004) *Sensory analysis – Methodology – Triangle test*. International Organization of Standardization, Genève, Svizzera.
- 46.Izquierdo M.S., Obach A., Arantzamendi L., Montero D., Robaina L., Roselund G. (2003) Dietary lipid sources for seabream and seabass: growth performance, tissue composition and flesh quality. *Aquaculture Nutrition*, 9, 431-444.
- 47.Keller J.D, Kinsella J.E (1973) Phospholipid changes and lipid oxidation during cooking and frozen storage of raw ground beef. *Journal of Food Science*, 38, 1200-1204.

48. Kyrana V.R., Lougovois V.P., Valsamis D.S., (1997) Assessment of shelf-life of maricultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*) stored in ice. *International Journal of Food Science & Technology*, 32 (4), 339-347.
49. Love R.M. (1992) Biochemical dynamics and the quality of fresh and frozen fish. In: Hall, G.M. (Ed.), *Fish Processing Technology*, Balckie Academic, NY, 1-30.
50. Lowry R. e Tinsley I. (1976) Rapid colorimetric determination of free fatty acids. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 53, 470-472.
51. Loy A., Boglione C., Cataudella S. (1999) Geometric morphometrics and morpho-anatomy: a combined tool in the study of sea bream (*Sparus aurata* - Sparidae) shape. *Journal Application. Ichthyology.*, 15, 104-110.
52. Martinsdóttir E., Sveinsdóttir K., Luten J.B., Schelvis-Smit R., Hyldig G (2001) *Sensory Evaluation of Fish Freshness – Reference Manual for the Fish Sector*. QIM Eurofish, Svansprent ehf, Iceland.
53. Mauron J. (1986) Effect of processing on nutritive value of food: protein. 429-471. In *Handbook of nutritive value of processed food – Vol. I: Food for human use* (Miloslav Rechcigl Jr., ed). CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. III ed.

54. Meltem Dural, M.Z. Lugal Goksu, Argun Akif Özak e Barış Derici (2006) Bioaccumulation of some heavy metals in different tissue of *Dicentrarchus labrax* L, 1758, *Sparus aurata* L, 1758 and *Mugil cephalus* L, 1758 from the Camlik lagoon of the eastern cost of Mediterranean (Turkey). *Environmental Monitoring and Assessment*, 118, 65-74.
55. Mnari A., Bouhlel I., Chraief I., Hammami M., Romdhane M.S., El Cafsi M., Chaouch A. (2007) Fatty acids in muscles and liver of Tunisian wild and farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Food Chemistry*, 100 (4), 1393-1397.
56. Moretti A., Pedini M., Fernandez-Criado, Cittolini G., Guidasti R. (1999) *Manual of Hatchery Production of Seabass and Gilthead seabream*, Vol. 1, FAO, Roma.
57. Murphy E.W., Criner P.E. e Gray B.C. (1975) Comparison of methods for calculating retentions of nutrients in cooked foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 23, 1153-1157.
58. Nuray Erkan, Özkan Özden (2007) Proximate composition and mineral content in aqua cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*), sea bream (*Sparus aurata*) analyzed by ICP-MS. *Food Chemistry*, 102, 721-725.
59. Orban E., Sinesio F., Paoletti F., Nicoli S., Casini I., Caproni R., Moneta E. (1996) Nutritional and organoleptic characteristics of aquacultured sea bream (*Sparus aurata*): influence of different culturing techniques on fish quality. *Rivista di Scienza dell’Alimentazione*, 25 (1), 27-36.

- 60.Orban E., Ricelli A., Di Lena G., Paolinetti F., Sinesio F., Casini I. (1998) Individuation of nutritional and organoleptic parameters that mainly contribute to the quality of fish from aquaculture. *Biologia Marina Mediterranea*, 5 (3), 1387-1396, part II.
- 61.Orban E., Navigato T., Lena G., Casini I., Marzetti A. (2003) Differentiation in the lipid quality of wild and farmed seabass (*Dicentrarchus labrax*) and gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Journal of Food Science*, 68 (1), 128-132.
- 62.Otten J.J., Pizzi Helwig J., Meyers L.D. eds (2006) Dietary Reference Intakes – The essential guide to Nutrient Requirements. Institute of Medicine of The National Academies. The National Academies Press. Washington, D.C.
- 63.Ozyurt G., Polat A., Ozkutuk S. (2005) Seasonal changes in the fatty acids of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and white sea bream (*Diplodus sargus*) captured in Iskenderum Bay, eastern Mediterranean coast of Turkey. *European Food Research and Technology*, 220 (2), 120-124.
- 64.Persano Oddo L., Piana L., Sabatini A.G. (1997) *Conoscere il miele: guida all'analisi sensoriale*. Istituto Nazionale di Apicoltura di Biologia. Edizioni Avenue Media-Bologna.
- 65.Psota T.L., Gebauer S.K., Kris-Etherton P. (2006) Dietary omega-3 fatty acid intake and cardiovascular risk. *American Journal of Cardiology*, 98, 303-315.

66. Rasmussen R.S., Ostefeld T.H., Ronsholdt B., Mc Lean E. (2000) Manipulation of end-product quality in rainbow trout with finishing diets. *Acquaculture Nutrition*, 6, 17-23.
67. Rea S., Viola G., Branciarri R., Stocchi R. (2000) Fatty acid composition in sea bream (*Sparus aurata*): composition between reared and wild subjects. *Industria Alimentari*, 39 (390), 333-339, 342.
68. Renon P., Malandra R., Biondi P.A., Ronchi S. (1994) Wild and aquacultured sea breams: studies on total lipids, cholesterol and fatty acids. *Ingegneria Alimentare*, 10 (4), 21-28.
69. Roncarati A., Melotti P., Dees A., Mordenti O., Angellotti L. (2006) Welfare status of cultured seabass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus aurata*) assessed by blood parameters and tissue characteristics, *Journal Application Ichthyology*, 22, 225-234.
70. Roncarati A., Melotti P. (2007) State of the art of Italian aquaculture. *Italian Journal of Animal Science*, 6 (1), 783-787.
71. Ryder J.M. (1985) Determination of adenosine triphosphate and its breakdown product in fish muscle by high-performance liquid chromatography. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 33, 678-680.

72. Saglik S., Alpaslan M., Gezlin T., Cetlinturk K., Tekinay A., Guven K.C., (2003) Fatty acids composition of wild and cultivated gilthead seabream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *European Journal of Lipid Science and Technology*, 105, 104-107.
73. Saito T., Arai T. e Mutsuyoshi M. (1959) A new method for estimating the freshness of fish. *Bullettin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 24, 749-750.
74. Santoro A., Sarli T., Sebastio P., Contin T. (1996). Definizione dello stato di freschezza di *Sparus aurata* (orata) mediante Fish Tester. *Il Pesce*, 3, 77-79
75. Sañudo C., Barrera R., Garcia C., Pouey J., Gracia S., Valencia SF *et al.* (2003). Comparative study of the quality of gilthead seabream (*Sparus aurata*) under different production systems. *Productions, >Environment and Quality. Bourdeaux Aquaculture '92. EAS Special Publication*, 12 pp.
76. Sargent J.R., Tocher D.R., Bell J.G. (2002) The lipids. *Fish nutrition (Academy Press, San Diego)*, 181-257.
77. Senso L., Suarez M.D., Ruiz-Cara T., Garcia-Gallego M. (2007) On the possibile effects of harvesting season and chilled storage on the fatty acid profile of the fillet of farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Food Chemistry*, 101 (1), 298-307.

78. Shearer K.D., Aasgaard T., Andorsdottir G., Aas G.H. (1994) Whole body element and proximate composition of Atlantic salmon (*Salmo salar*) during the life cycle. *Journal of Fish Biology*, 44, 785-797.
79. Simopoulos A.P. (2003) Importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids: evolutionary aspects. In A.P. Somopoulos e L.G. Cleland (Eds.), *Omega-6/Omega-3 essential fatty acid ratio: The scientific evidence* (pp. 1-22). Basel, CH: Karger.
80. Sotelo C., Piñeiro C., e Pérez-Martín (1995) Review: denaturations of fish proteins during frozen storage: Role of formaldehyde. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 200, 14-23.
81. Suarez M.D., Abad M., Ruiz-Cara T., Estrada J.D. e García-Gallego M. (2005) Changes in muscle collagen content during *post mortem* storage of farmed sea bream (*Sparus aurata*): influence on textural properties. *Aquaculture International*, 13, 315-325.
82. Tejada M., Huidobro A. (2002) Quality of farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata*) during ice storage related to the slaughter method and gutting. *European Food Research and Technology*, 215 (1), 1-7.
83. Tejada M., Huidobro A. (2006) Evaluation of two quality indices related to ice storage and sensory analysis in farmed gilthead sea bream and seabass. *Food Science and Technology International*, 12 (3), 261-268.

84. Testi S., Bonaldo A., Gatta P.P., Badiani A. (2006) Nutritional traits of dorsal and ventral fillets from three farmed fish species. *Food Chemistry*, 98 (1), 104-111.
85. Tiecco G. (2000) Ispezione degli alimenti di origine animale, Calderini edagricole.
86. Vasiliadou S., Ambrosiadis I., Varelziz K., Fletouris D., Gavriilidou I., (2005) Effect of smoking on quality parameters of farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sensory attributes of the smoked product. *European Food Research and Technology*, 217, 232-236.
87. Vladimirov P., Lougovois, Eustratios R., Kyranas, Vasiliki R., Kyrana (2002) 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.
88. Vyncke W. (1970) Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. *Fette Seifen Anstrichmittel*.
89. Watier B. (1992) Vitamines et technologies alimentaires. In: Aspects nutritionnels des constituants des aliments influences de technologies. *Les Cahiers de l'ENS. BANA*, 8, 197-216.
90. Weihrauch J.L., Posati L.P., Anderson B.A., Exler J. (1977) Lipid conversion factors for calculating fatty acid contents of food. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 54 (1), 36-40.

91. Wheaton F.W. e Lawson T.B. (1985) *Processing Aquatic Food Products*. John Wiley and Sons Inc., USA, 518 pp.

SITI INTERNET

- ✚ API, 2008.
<http://www.api-online.it/italiano/index.cfm>
(14/03/2008)
- ✚ FAO, 2008
http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Sparus_aurata
(12/03/2008)
- ✚ FEDERCOOPESCA, 2008
<http://www.federcoopesc.it/Iniziativa/normative.html>
(12/03/2008)
- ✚ FISHBASE, 2008
<http://fishbase.sinica.edu.tw/tools/aquamaps/receive.php>
(15/03/2008)
- ✚ INRAN, 2008.
http://www.inran.it/servizi_cittadino/per_saperne_di_piu/tabelle_composizione_alimenti/composizione/pesca
(12/03/2008)
- ✚ ISMEA, 2008
<http://www.ismea.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/2337>
(12/03/2008)
- ✚ ISMEA, 2008. Consumi domestici – Report annuale 2005
<http://www.pesca.ismea.it/OsservatorioConsumiIttici/Index.htm>
(11/03/2008)

 ISMEA, 2008. Consumi domestici – Scheda prodotto - Orata
<http://www.ismea.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/2337>

(03/03/2008)

ALLEGATO 1

In allegato 1 è riportato un “manuale fotografico” che è stato allestito preliminarmente rispetto alla prova di stoccaggio sottoghiaccio effettuata durante la sperimentazione. Tale strumento è stato utilizzato con lo scopo di supportare il valutatore nell’interpretazione della categoria o punteggio da attribuire al pesce.

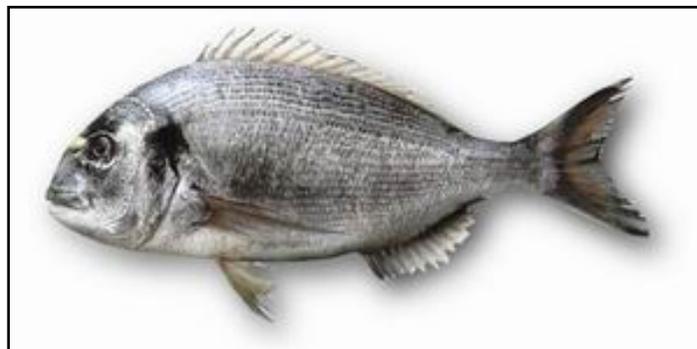
Per ciascun punteggio o categoria è riportata la documentazione fotografica ritenuta esemplificativa di quel dato momento temporale.

Il “manuale” risulta articolato in:

- una prima parte che illustra i parametri suscettibili di rappresentazione fotografica secondo lo schema UE e le categorie E, A, B, C;
- una seconda parte riservata ai parametri secondo cui è organizzato lo schema QIM, con i punti di demerito applicati.

Ad eccezione del parametro Pelle (UE) ed Aspetto generale (QIM), per i quali è stata prevista sia una foto d’insieme delle categorie, sia una foto a tutta pagina per ciascuna categoria, per i restanti parametri tutte le categorie entro schema sono state riprodotte su di una stessa pagina, per maggiore immediatezza d’impiego.

***MANUALE FOTOGRAFICO PER LA VALUTAZIONE SENSORIALE
DELLA FRESCHEZZA DI ORATA (SPARUS AURATA)***



***SCHEMA UE (COUNCIL REGULATION (EC) NO. 2406/96 DEL 26 NOVEMBRE 1996)
SCHEMA QIM (A. HUIDOBRO, A. PASTOR E M. TEJADA, 2000)***

SCHEMA UE PER PESCE BIANCO

ORATA (*SPARUS AURATA*)

PARAMETRO	CRITERIO	CATEGORIA
Pelle	Pigmento vivo e cangiante o opalescente; senza tracce di decolorazione	E
	Pigmentazione viva ma priva di lucentezza	A
	Pigmentazione spenta in via di decolorazione	B
	Pigmentazione spenta	C
Muco cutaneo	Acquoso, trasparente	E
	Leggermente torbido	A
	Lattiginoso	B
	Muco grigio-giallognolo, opaco	C
Occhio	Convesso (sporgente); pupilla nera brillante; cornea trasparente	E
	Convesso e leggermente infossato; pupilla nera spenta; cornea leggermente opalescente	A
	Piatto; cornea opalescente; pupilla opaca	B
	Concavo al centro; pupilla grigia; cornea lattiginosa	C
Branchie	Colore vivo; senza muco	E
	Meno colorato; muco trasparente	A
	Bruno/grigio in via di decolorazione; muco opaco e spesso	B
	Giallognolo; muco lattiginoso	C
Odore branchie	Di alghe marine	E
	Senza odore di alghe marine; odore neutro	A
	Odore di fermentazione; leggermente acre	B
	Acre	C
Carne	Soda ed elastica; superficie liscia	E
	Meno elastica	A
	Leggermente molle (flaccida), meno elastica; superficie cerea (vellutata) e spenta	B
	Molle (flaccida); le squame si staccano facilmente dalla pelle, superficie piuttosto rugosa	C

SCHEMA UE PER:

ORATA (*Sparus aurata*)

PELLE

PARAMETRO	CRITERIO	CATEGORIA
<i>PELLE</i>	Pigmento vivo e cangiante o opalescente; senza tracce di decolorazione	E
	Pigmentazione viva ma priva di lucentezza	A
	Pigmentazione spenta in via di decolorazione	B
	Pigmentazione spenta	C

ORATA – UE – PELLE

E



A



B



C



SCHEMA UE PER:

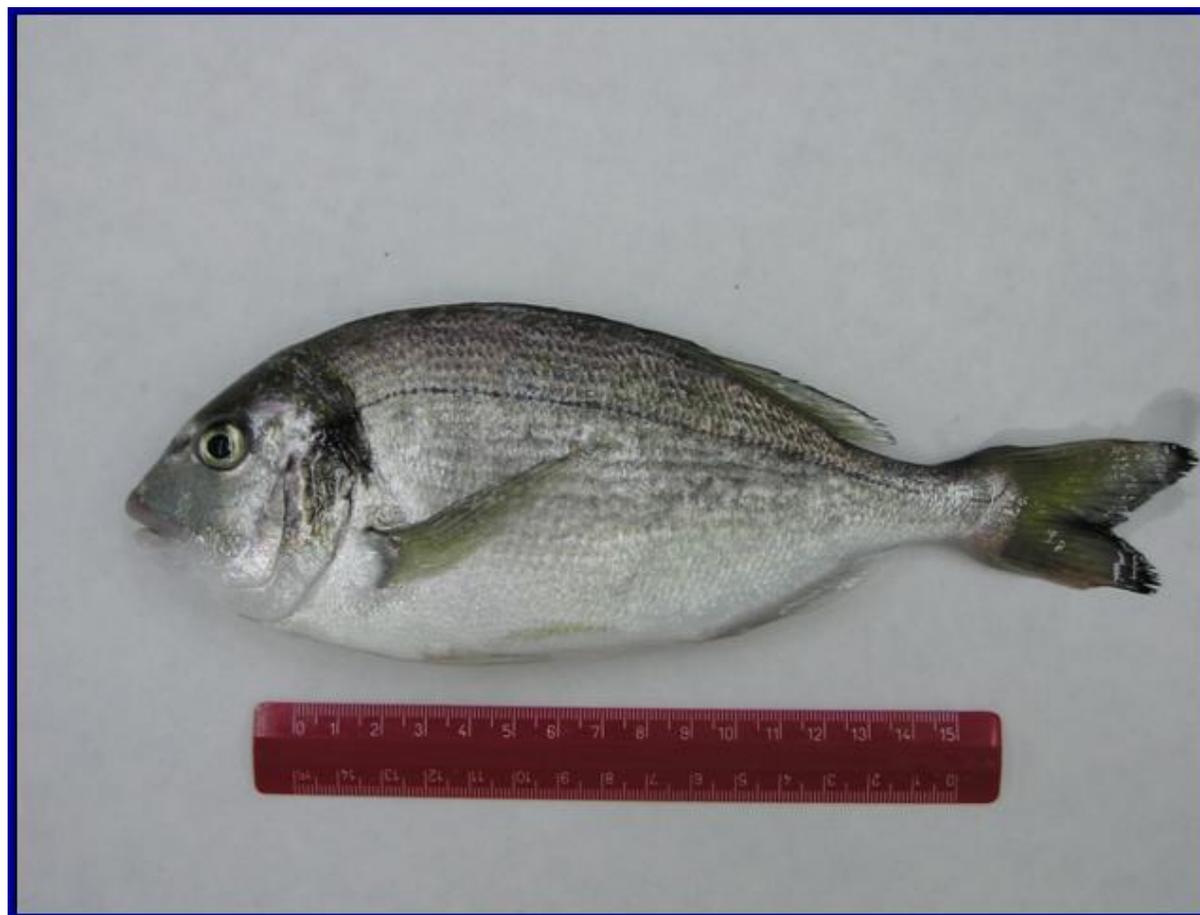
ORATA (*Sparus aurata*)

PELLE

PARAMETRO	CRITERIO	CATEGORIA
<i>PELLE</i>	Pigmento vivo e cangiante o opalescente; senza tracce di decolorazione	E

ORATA – UE – PELLE

E



Manuale fotografico per la valutazione sensoriale della freschezza di orata (Sparus aurata)

SCHEMA UE PER:

ORATA (*Sparus aurata*)

PELLE

PARAMETRO	CRITERIO	CATEGORIA
<i>PELLE</i>	Pigmentazione viva ma priva di lucentezza	A

ORATA – UE – PELLE

A



Manuale fotografico per la valutazione sensoriale della freschezza di orata (Sparus aurata)

SCHEMA UE PER:

ORATA (*Sparus aurata*)

PELLE

PARAMETRO	CRITERIO	CATEGORIA
<i>PELLE</i>	Pigmentazione spenta in via di decolorazione	B

ORATA – UE – PELLE

B



Manuale fotografico per la valutazione sensoriale della freschezza di orata (Sparus aurata)

SCHEMA UE PER:

ORATA (*Sparus aurata*)

PELLE

PARAMETRO	CRITERIO	CATEGORIA
<i>PELLE</i>	Pigmentazione spenta	C

ORATA – UE – PELLE

C



Manuale fotografico per la valutazione sensoriale della freschezza di orata (Sparus aurata)

SCHEMA UE PER:

ORATA (*Sparus aurata*)

OCCHIO

PARAMETRO	CRITERIO	CATEGORIA
<i>OCCHIO</i>	Convesso (sporgente); pupilla nera brillante; cornea trasparente	E
	Convesso e leggermente infossato; pupilla nera spenta; cornea leggermente opalescente	A
	Piatto; cornea opalescente; pupilla opaca	B
	Concavo al centro; pupilla grigia; cornea lattiginosa	C

ORATA – UE – OCCHIO

E



A



B



C



SCHEMA UE PER:

ORATA (*Sparus aurata*)

OCCHIO

PARAMETRO	CRITERIO	CATEGORIA
<i>OCCHIO</i>	Convesso (sporgente); pupilla nera brillante; cornea trasparente	E
	Convesso e leggermente infossato; pupilla nera spenta; cornea leggermente opalescente	A
	Piatto; cornea opalescente; pupilla opaca	B
	Concavo al centro; pupilla grigia; cornea lattiginosa	C

ORATA – UE – OCCHIO

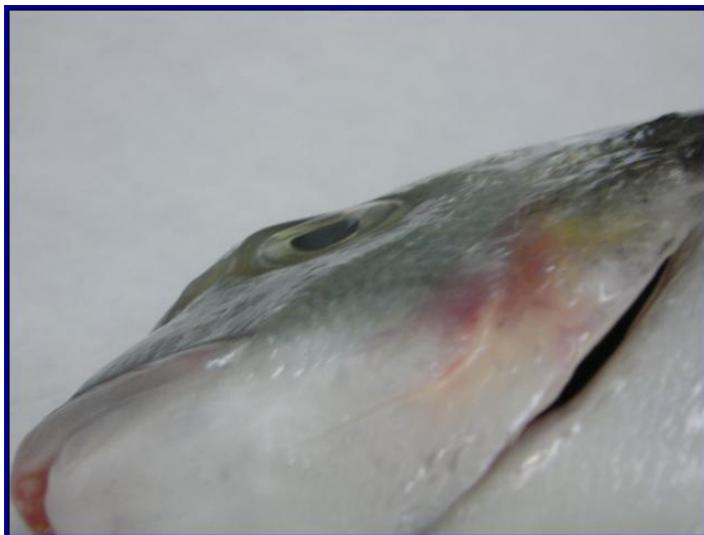
E



A



B



C



SCHEMA UE PER:

ORATA (*Sparus aurata*)

BRANCHIE

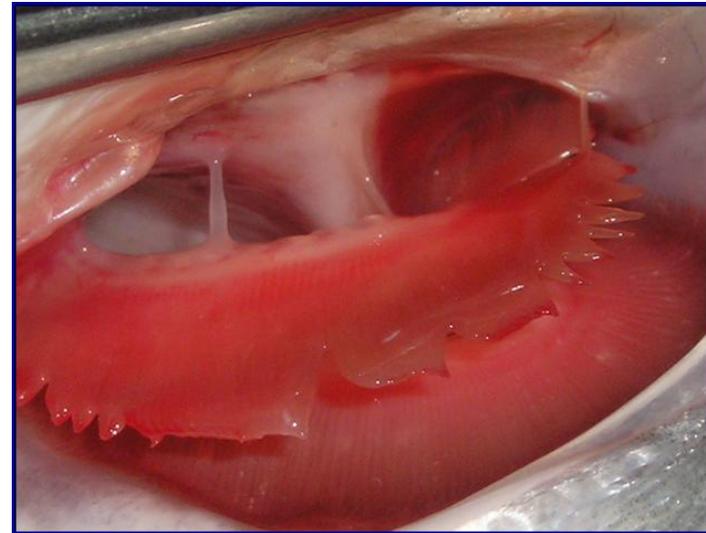
PARAMETRO	CRITERIO	CATEGORIA
<i>BRANCHIE</i>	Colore vivo; senza muco	E
	Meno colorato; muco trasparente	A
	Bruno/grigio in via di decolorazione; muco opaco e spesso	B
	Giallognolo; muco lattiginoso	C

ORATA – UE – BRANCHE

E



A



B



C



SCHEMA QIM PER ORATA (*SPARUS AURATA*)

PARAMETRO	DESCRIZIONE	PUNTEGGIO
ASPETTO GENERALE		
Pelle	Molto brillante	0
	Brillante	1
	Smorto	2
Muco	Limpido-trasparente	0
	Leggermente opaco/opaco	1
CARNE		
Elasticità	Elastica	0
	Segnata da pressione	1
Odore	Fresco	0
	Neutro	1
	Di pesce	2
	Odori anomali	3
OCCHIO		
Opacità corneale	Limpida-traslucida	0
	Leggermente opaca	1
	Opaca/con sangue	2
Forma	Convesso	0
	Piatto	1
	Concavo	2
BRANCIE		
Colore	Rosso brillante/rosso scuro	0
	Rosso brunastro/decolorato	1
Odore	Fresco/di alghe marine	0
	Neutro	1
	Di pesce	2
	Odori anomali	3

SCHEMA QIM PER:

ORATA (*Sparus aurata*)

ASPETTO GENERALE

PARAMETRO	CRITERIO	CATEGORIA
<i>PELLE</i>	Molto brillante	0
	Brillante	1
	Smorto	2

ORATA – QIM – PELLE

0



1



2



SCHEMA QIM PER:

ORATA (*Sparus aurata*)

ASPETTO GENERALE

PARAMETRO	CRITERIO	CATEGORIA
<i>PELLE</i>	Molto brillante	0

ORATA – QIM – PELLE

0



Manuale fotografico per la valutazione sensoriale della freschezza di orata (Sparus aurata)

SCHEMA QIM PER:

ORATA (*Sparus aurata*)

ASPETTO GENERALE

PARAMETRO	CRITERIO	CATEGORIA
<i>PELLE</i>	Brillante	1

ORATA – QIM – PELLE

1



Manuale fotografico per la valutazione sensoriale della freschezza di orata (Sparus aurata)

SCHEMA QIM PER:

ORATA (*Sparus aurata*)

ASPETTO GENERALE

PARAMETRO	CRITERIO	CATEGORIA
<i>PELLE</i>	Smorto	2

ORATA – QIM – PELLE

2



Manuale fotografico per la valutazione sensoriale della freschezza di orata (Sparus aurata)

SCHEMA QIM PER:

ORATA (*Sparus aurata*)

OCCHIO

PARAMETRO	CRITERIO	CATEGORIA
<i>OPACITA' CORNEALE</i>	Limpida-traslucida	0
	Leggermente opaca	1
	Opaca/con sangue	2

ORATA – QIM – OPACITÀ CORNEALE

0



1



2



SCHEMA QIM PER:

ORATA (*Sparus aurata*)

OCCHIO

PARAMETRO	CRITERIO	CATEGORIA
<i>FORMA</i>	Convesso	0
	Piatto	1
	Concavo	2

ORATA – QIM – FORMA OCCHIO

0



1



2



SCHEMA QIM PER:

ORATA (*Sparus aurata*)

BRANCHIE

PARAMETRO	CRITERIO	CATEGORIA
<i>COLORE</i>	Rosso brillante/rosso scuro	0
	Rosso brunastro/decolorato	1

ORATA – QIM – BRANCIE

0



1



2



3



Ringraziamenti

Non so quanto sia "corretto" al termine di una tesi di dottorato dedicare qualche riga ai ringraziamenti di rito ma in questo caso ritengo sia necessario.

Il primo ringraziamento va alle mie famiglie: ad Ambra per aver scelto di condividere la sua vita con me e per voler andare insieme per mano in ogni scelta; a mia mamma Anna e mio papà Loris perché sono le persone per cui farei qualsiasi cosa e lo stesso loro per me. Un abbraccio forte anche per tutti gli altri parenti ed amici di Lavinio.

Nei soliti ringraziamenti solitamente si tende a suddividere la famiglia, gli amici, i colleghi di lavoro: in questo caso faccio fatica, in alcuni casi a dividere gli amici dai compagni di lavoro, come nel caso di Chiara, Raffaella, Sara, e Brizio che, sempre con un sorriso, sono stati validi compagni di questa avventura.

Per lo stesso motivo e per il grande supporto umano e scientifico offerto in questi tre anni un ringraziamento particolare va a Silvia.

La mia gratitudine ai ragazzi che hanno partecipato alla sensoriale ed alle ragazze e ragazzi dello "Studio Dottorandi e Ricercatori" di Cesenatico.

"Last but not list" un ringraziamento di cuore alla Prof.ssa Badiani ed al Prof. Gatta per il sostegno scientifico-logistico per tutta la durata della sperimentazione.