

Standard di qualità per l'acquacoltura, biologica inclusa

INTRODUZIONE

La produzione ittica mondiale, nel 2008 pari a 144,2 milioni di tonnellate (di cui 91 da cattura e 53,2 da acquacoltura), viene destinata per oltre il 75% al consumo umano (16,7 kg/pro capite/anno) e per la restante parte viene trasformata in farina e olio di pesce. Sulla base delle attuali proiezioni di crescita della popolazione, la FAO (2006) ha stimato che saranno richiesti ogni anno almeno 40 milioni di tonnellate aggiuntive di prodotti ittici per mantenere l'attuale consumo pro capite fino al 2030. L'acquacoltura concorre ormai a oltre il 50% della produzione ittica a livello europeo e nazionale, in seguito al graduale depauperamento degli stock ittici e loro sovra-sfruttamento che si sta manifestando da diversi anni. Tuttavia la capacità produttiva totale risulta ancora insufficiente a coprire i consumi, tanto che più del 65% deve essere importato. Per dare un esempio, con l'ultimo elenco ministeriale delle denominazioni in lingua italiana delle specie ittiche di interesse commerciale (G.U. n. 124 del 29.05.2010) si è raggiunto il numero di circa 800 diverse specie presenti sul mercato, di cui circa 530 di pesci, 120 di crostacei, 142 di molluschi (66 bivalvi, 56 cefalopodi e 20 gasteropodi), gran parte delle quali di importazione da paesi in via di sviluppo. Lo stesso accade nella maggior parte degli stati membri della CE. In teoria l'acquacoltura dei Paesi industrializzati dovrebbe essere potenzialmente in grado di produrre quantitativi di pesce sufficienti a colmare il gap tra la richiesta dei propri consumatori e l'offerta del pescato. Tuttavia, i gravi problemi di concorrenza – spesso sleale – con prodotti che vengono offerti in grande massa e sottocosto da parte di Paesi terzi

* *Dipartimento di Biotecnologie agrarie, Sezione Scienze animali, Università degli Studi di Firenze*

(che peraltro spesso non seguono le stringenti norme europee per la gestione e/o il controllo degli impianti e/o dei prodotti e le norme sul lavoro minorile), esercitano un effetto inibente sulla crescita produttiva a livello europeo, tanto che si calcola che essa non arrivi a superare il 2% annuo (FAO, 2006). L'espansione globalizzata del mercato e la forte competizione esercitata dalle nazioni extra-EU rendono dunque necessaria una valorizzazione della produzione dell'acquacoltura nazionale ed europea che ne permetta una effettiva differenziazione rispetto al prodotto di importazione dai paesi terzi. Tale valorizzazione dovrebbe essere capace di convincere il consumatore a scegliere prodotto ittico "locale", di qualità e sicurezza certo "più credibile", innescando di conseguenza un processo di incremento del tasso di autosufficienza utile sia all'acquacoltura che alla bilancia dei pagamenti.

Gli imprenditori ittici dovranno dunque mettere in atto strategie produttive e di marketing che li rendano in grado di accrescere la propria capacità di competizione per soddisfare le sempre maggiori esigenze di sicurezza, qualità e trasparenza dei prodotti alimentari dei consumatori nazionali ed europei. L'industria deve infatti essere consapevole che l'attitudine e l'interesse del consumatore per l'informazione sull'alimento sono cambiate, passando da "tell me" a "show me" fino all'attuale "prove me" (Consensus).

Fortunatamente il pesce è percepito come un alimento salubre e nutritivo e il consumatore europeo lo acquista basandosi principalmente sulla *freschezza* e sul *prezzo*. Tuttavia il consumatore richiede una informazione credibile non solo sulla sicurezza del prodotto, dovuta per legge, ma anche sulla qualità del prodotto (origine, freschezza, aspetti nutrizionali, diversificazione del prodotto, innovazione), sugli aspetti sociali ed etici delle produzioni (benessere animale e sicurezza sul lavoro) e sugli aspetti ambientali (metodo di allevamento, inquinamento, modificazioni genetiche). L'applicazione di buone pratiche operative (GMP) negli impianti di acquacoltura, a bordo e durante la conservazione, lavorazione e trasformazione, sono essenziali per mantenere livelli qualitativi ben definiti, essendo il prodotto ittico un alimento delicato e facilmente deteriorabile.

Si ricorda infatti che "il pacchetto igiene" ha ormai esteso la necessità di un autocontrollo delle operazioni anche alla produzione primaria, esigendo la stesura e l'applicazione di Buone Pratiche Operative pur senza arrivare in questo caso a esigere l'applicazione dell'HACCP. Standard di qualità ben definiti ed etichettatura ben mirata dovrebbero facilitare gli scambi e guidare l'industria ittica verso il miglioramento dell'intera filiera produttiva, promuovendo la fornitura di prodotti ittici di sempre migliore qualità per il consumatore.

Uno dei più importanti colli di bottiglia per l'industria acquacolturale è legato al fatto che l'intensificazione/specializzazione della produzione, delle specie carnivore in particolare, ha creato una crescente pressione sui sottoprodotti ittici (farina e olio), alimenti ottimali per queste specie, perché in grado di fornire un buon bilancio di proteina e lipidi di alta qualità, in una forma compatta di energia, altamente digeribile. D'altra parte, la pesca è una risorsa in diminuzione e il continuo sfruttamento degli stock ittici, per andare incontro alla domanda di un mercato in espansione, implica importanti conseguenze ambientali (Tonon et al., 2002). La futura prospettiva dell'industria acquacolturale si presenta dunque costretta a seguire una tendenza, peraltro già iniziata da alcuni anni, verso una vera sostenibilità in termini di graduale diminuzione dell'uso della farina di pesce e olio di pesce nei mangimi e loro sostituzione con quantità crescenti di altre sorgenti alimentari, prevalentemente di origine vegetale, alghe incluse.

Purtroppo, la necessità di cambiare gradualmente la formulazione dei mangimi produrrà anche gradualmente cambiamenti nelle caratteristiche della qualità del pesce, con riflessi sulla composizione della porzione edule e sulla salubrità al consumo. Di qui la necessità di un monitoraggio del prodotto, scegliendo utili standard quali punti di riferimento per favorire le giuste scelte dei mangimisti e degli allevatori tese a rimanere in grado di offrire con costanza un prodotto di acquacoltura sicuro, di buona qualità e salubrità per il consumatore. Ecco dunque la necessità di stabilire standard di qualità ben definiti su base scientifica per ciascuna specie allevata e, nell'ambito di ciascuna specie, a seconda delle differenti strategie di alimentazione e delle differenti condizioni di allevamento, biologico incluso, da usare come una guida per assicurare che ogni sviluppo delle tecniche produttive non risulti in una diminuzione della qualità del prodotto al di sotto degli standard stabiliti.

La differenziazione dei prodotti ittici allevati a livello nazionale ed europeo rispetto a quelli di importazione offrirà una più ampia scelta ai vari gruppi di consumatori Europei che presentano diverse preferenze (i.e. giovani, adulti, bambini, anziani...). Questo sforzo appare auspicabile anche perché i consumatori esprimono ancora attitudini negative verso i prodotti allevati e appaiono confusi sull'origine dei prodotti che stanno acquistando, mentre manifestano un discreto interesse in generale per esempio verso la produzione biologica. Peraltro, le problematiche della sostenibilità dell'allevamento, del benessere degli animali allevati, della sicurezza e della qualità dei prodotti, richieste dal consumatore, possono essere affrontati nel loro complesso sia con la tradizionale acquacoltura di buon livello, già regolamentata e sottoposta a innumerevoli controlli lungo l'intera filiera, che secondo le procedu-

re di acquacoltura biologica ora regolamentata a livello europeo (Regg. CE 834/2007; 889/2008; 710/2009) per ottenere la relativa certificazione per la quale è stato fissato il nuovo logo europeo valido dal luglio del 2010.

L'applicazione di metodi moderni di controllo della qualità e rintracciabilità dei prodotti ottenuti, combinata a un maggiore flusso di informazioni dovrebbe rendere il consumatore sempre più a suo agio con il prodotto allevato. Nel complesso ne deriverà la promozione di una maggiore razionalizzazione del settore ittico, lo sviluppo di prodotti di qualità più salubri, con miglioramento dell'immagine del prodotto ittico e del settore ittico in generale. Il messaggio sulla accertata sicurezza/qualità del prodotto di acquacoltura diverrà in questo modo familiare e affidabile per il consumatore aumentando la competitività delle imprese e dando loro un vantaggio commerciale attraverso il miglioramento del margine di profitto e di vendite più stabili.

I. QUALITÀ, PARAMETRI DI QUALITÀ E FATTORI DI INFLUENZA

Come noto, la norma UNI EN ISO 8402 (1995) dà una definizione molto generale di *Qualità* indicandola come il complesso delle caratteristiche di un'entità che ne determina la capacità di soddisfare esigenze espresse o implicite del consumatore. Riferendosi ai prodotti alimentari, quelli ittici in particolare, il concetto di qualità assume contorni assai complessi, implicando i numerosi aspetti che interessano il consumatore. Infatti, ferma restando la sicurezza, pre-requisito di qualità per tutti gli alimenti (Regg. CE 852, 853/ 2004), ciascuna specie possiede sue proprie caratteristiche morfologiche, organolettiche e nutrizionali che determinano la scelta della specie da parte del consumatore. In particolare freschezza, *shelf life* e integrità/qualità/salubrità al consumo assumono primaria importanza anche per la peculiare maggiore suscettibilità al deterioramento dei prodotti ittici rispetto alle altre carni. Nondimeno, taglia, tipo di prodotto (intero o variamente lavorato e preparato), disponibilità sul mercato, praticità di uso e convenienza, ovvero rapporto qualità/prezzo, sono aspetti importanti come per tutti gli alimenti (Oehlenschläger et al., 1998; Olafsdóttir et al., 2004).

Per ciascuna specie, l'aspetto esteriore appropriato del prodotto viene valutato mediante parametri che ne descrivono la morfologia, le caratteristiche merceologiche e il colore della livrea. Le caratteristiche fisiche e organolettiche vengono valutate mediante l'andamento delle fasi di *rigor mortis* (fase *pre rigor*, pieno *rigor*, fase di rilascio del *rigor*), delle proprietà dielettriche del pesce, dello stato di freschezza/qualità ovvero aspetto generale, odore e colore

delle branchie, consistenza, elasticità e colore della carne sul crudo e consistenza, colore, sapore, aroma e succosità delle carni sul cotto. La *shelf life* può essere valutata sia monitorando l'evoluzione dei parametri di freschezza sopra menzionati, che tramite l'evoluzione della proliferazione microbica, determinata come carica batterica totale o come carica dei singoli organismi specifici del deterioramento (S.S.O) che si sviluppano alle condizioni di conservazione prescelte (*Pseudomonas*, *Photobacterium*, *Shewanella*...). Per lo più, comunque, il prodotto viene considerato da scartare prima che la carica batterica totale giunga alla soglia dello scarto (10^7 ufc/g), con un'accelerazione legata all'effetto dominante dell'entità dei processi autolitici *post mortem*.

Anche la carica energetica delle carni è un buon indice di qualità del pesce ed è valutata sulla base della concentrazione di ATP e dei suoi cataboliti e loro rapporti, misurandole tramite uso di HPLC o con biosensori, in grado questi ultimi di fornire risultati attendibili e specifici in breve tempo. Tali parametri sono particolarmente utili sia per valutare lo stato del pesce alla morte che la condizione di freschezza del pesce e i cambiamenti di qualità durante il periodo di conservazione. Veri estimatori di questi parametri sono i giapponesi, grandi esperti di freschezza del pesce da consumare crudo.

Le caratteristiche chimiche, nutrizionali e dietetiche, tipiche della specie (risultato anche dei parametri esogeni che si sono esercitati *in vita*, quantità, qualità e strategia di alimentazione in particolare), vengono valutate tramite analisi delle proteine, dei lipidi, di sostanze minerali ma soprattutto della quantità e qualità di aminoacidi, acidi grassi, colesterolo, fosfolipidi e lipidi neutri, somma EPA+DHA, rapporto n-3/n-6 e così via. In proposito deve essere ricordato che il consumatore europeo mostra da tempo un crescente interesse nei confronti di una condotta alimentare rivolta alla salubrità ed è stato proprio questo atteggiamento che ha favorito il crescente apprezzamento dei prodotti ittici, il cui consumo è stato correlato positivamente a una minore incidenza di malattie coronariche, a discapito dell'utilizzo delle carni degli animali terricoli (Verbeke et al., 2007). Nel caso di significativi cambiamenti di dieta dei pesci allevati, che vadano a riflettersi in cambiamenti della composizione in acidi grassi della porzione edule, il parametro "salubrità al consumo" del prodotto diviene un altro importante aspetto della qualità da misurare. Per avere una indicazione su tale parametro vengono utilizzate prove di intervento su soggetti umani, valutando i cambiamenti dei biomarkers circolatori di patologie nell'uomo in seguito al consumo del prodotto da esaminare. Questo sistema permette di controllare che siano effettivamente mantenuti gli effetti benefici protettivi sulla salute riconosciuti al consumo di pesce.

Altri aspetti utili per la valutazione dei cambiamenti di qualità nelle fasi finali della *shelf life* sono i tenori di amine biogene (istamina, putrescina, cadaverina), i composti secondari della ossidazione dei lipidi (malonaldeide) e le diverse combinazioni di composti volatili dell'odore, esaminate tramite metodi strumentali colorimetrici, HPLC, gas cromatografia, spettrometro di massa o naso elettronico di diversa tipologia.

Quanto ai principali fattori di variazione delle principali caratteristiche qualitative del prodotto ittico, nell'ambito della specie, possono essere ricordate l'origine, la tipologia di produzione (ovvero se sono stati pescati o allevati), le condizioni di allevamento, le strategie alimentari, la taglia commerciale e la stagione della cattura/raccolta. Fra i più importanti fattori di variazione delle caratteristiche morfologiche, nutrizionali e dietetiche nei pesci allevati possiamo ricordare la tipologia di allevamento. Generalmente i soggetti allevati in gabbie galleggianti presentano, rispetto a quelli allevati in vasche a terra, meno grasso sia a livello dei visceri che del filetto e migliore qualità sensoriale. Questo può essere dovuto al maggiore sforzo natatorio dei pesci, anche per contrastare le correnti marine, ma soprattutto al più basso livello nutritivo che deriva dalla più discontinua distribuzione dell'alimento per problemi meteo-marini. Nel complesso il diverso stato nutrizionale, un più alto consumo energetico/attività di nuoto e l'idrodinamismo nella gabbia sono alla base delle principali differenze che li fanno avvicinare alle caratteristiche del prodotto pescato. Sempre in relazione al fattore "sistema di allevamento", i pesci prodotti in condizioni estensive, vedi allevamenti in laguna ormai molto ridotti, presentano generalmente alcune differenze nella morfologia (meno corpulenti), colore più accentuato, maggiore compattezza delle carni, meno grasso e diversa composizione acidica (generalmente maggiore incidenza di saturi) nel filetto rispetto ai pesci allevati in condizioni intensive. Non ci sono notizie documentate per quanto riguarda il prodotto di acquacoltura biologica per cui è evidente l'interesse e l'utilità di studiare standard specifici della qualità anche per i pesci prodotti in acquacoltura biologica. Forse è utile sottolineare che la maggior parte delle differenze legate alla diversa condizione di allevamento sono dovute soprattutto alla diversa strategia alimentare a essa legate. I fattori dietetici, infatti, contribuiscono al controllo del metabolismo dei soggetti allevati, come dimostrano i cambiamenti riscontrati nella espressione di molte proteine in seguito a cambiamenti di dieta e la possibilità di indirizzare diversamente l'andamento dell'accrescimento relativo dei tessuti osseo, muscolare e adiposo con cambiamenti negli aspetti morfologici e composizione corporea del pesce. Le differenze nella dieta possono arrivare anche a comportare alcune differenze nei parametri di qualità fisico-chimica

e nutrizionale dei prodotti. Un chiaro esempio è fornito dai cambiamenti nella composizione del quadro acidico e nella texture che si sono verificati nei soggetti alimentati con elevati livelli di sorgenti vegetali in sostituzione della farina di pesce (de Francesco et al., 2004; de Francesco et al., 2007).

A prescindere dalla storia alimentare, inoltre, alcuni aspetti di qualità possono differire anche a seconda della taglia commerciale e sono dovuti al fatto che con l'aumentare del peso corporeo e dell'età del pesce, il tessuto muscolare e soprattutto il grasso mesenterico aumentano la loro incidenza mentre quella del tessuto osseo diminuisce. Un aspetto decisamente positivo che si manifesta con l'aumentare della taglia del pesce, entro certi limiti, è la più favorevole resa in porzione edule per il consumatore rispetto alla taglia minima "porzione".

Anche la diversa stagione è importante nei paesi mediterranei: alla fine dell'estate e inizio autunno vengono riscontrati incrementi nella resa in filetti e nei depositi di grasso, perché in questo periodo i pesci mangiano di più, mentre alla fine dell'inverno vengono trovati minori depositi di grasso e maggiore resa in peso eviscerato, per il minor peso del pacchetto viscerale.

Una condizione di benessere animale, garantita durante l'allevamento grazie al controllo di tutta una serie di parametri relativi alla qualità dell'acqua e dell'alimento, alla corretta densità e al buono stato di salute, è alla base di un buon accrescimento e sviluppo degli animali da carne che diverranno in grado di fornire un ottimo prodotto per il consumatore. Tuttavia, analogamente a quanto verificato in tutti gli animali da carne, sono le corrette procedure al momento della raccolta e della uccisione a essere determinanti per ottenere un prodotto finale che rispecchia la qualità posseduta dall'animale in vita al momento della cattura. Procedure che causano condizioni di stress severo negli animali, infatti, si riflettono in una serie di risposte endocrine/ fisiche e biochimiche prima della morte e fisiche e biochimiche dopo la morte che possono danneggiare significativamente la qualità e l'attitudine alla conservazione potenzialmente possedute dal prodotto animale. La qualità del prodotto finale dipende dunque anche dallo stress che il pesce subisce durante l'allevamento, la selezione, la manipolazione, il trasporto, e, soprattutto, dalle pratiche di raccolta, stordimento e uccisione. Il passaggio dal pesce vivo al prodotto alimentare interferisce sul metabolismo del muscolo e la risposta allo stato di stress del pesce, in seguito alle procedure di raccolta e uccisione, è naturalmente seguita da reazioni biochimiche e fisiche che influenzano i diversi parametri della qualità della materia prima pesce. Le procedure di raccolta e macellazione fanno parte delle procedure produttive e devono essere regolamentate da codici di buona pratica. Per ora l'EFSA ha stilato delle opi-

nioni in proposito che possono essere un buon punto di riferimento (EFSA 2004; 2008; 2009 a, b, c). Lo stress alla morte può infatti provocare:

- precoce sviluppo del *rigor*;
- precoce discesa del pH muscolare;
- precoce perdita di compattezza;
- minore capacità di ritenzione dell'acqua;
- peggiori proprietà dielettriche;
- maggiore lucentezza delle carni;
- ridotta *shelf life*.

Non è facile stabilire metodi etici e nello stesso tempo adatti nella pratica di *routine* per uccidere le diverse specie ittiche destinate all'alimentazione umana. I metodi di uccisione relativi devono ancora essere approvati dall'EFSA sezione salute e benessere (EFSA 2009a, b, c).

2. SCELTA DEGLI STANDARD DI QUALITÀ DEL PRODOTTO DI ACQUACOLTURA

Naturalmente, come per ogni altro alimento, anche per il prodotto ittico pescato o allevato è necessario un lavoro preliminare di raccolta dei parametri disponibili e scelta dei più affidabili che possano divenire standard di qualità, tramite valutazione delle specifiche più utili allo scopo: origine geografica, metodo di produzione, metodo di cattura o di uccisione, data di cattura/raccolta e di sbarco, dettagli sulla lavorazione, manipolazione e conservazione, caratteristiche del prodotto finale (specie, taglia/peso, classe di freschezza, caratteristiche microbiologiche, nutrizionali e organolettiche), parametri di servizio (fornitura costante e corretta informazione al consumatore), rintracciabilità. Deve essere riconosciuto che la massima potenzialità ad avere un completo quadro e controllo della filiera produttiva esiste solo nel caso del prodotto allevato. In particolare, proprio per questa sua peculiarità, la scelta degli standard di qualità del prodotto allevato dovrà tenere conto, per ciascuna specie, anche di indicatori di stress/qualità e dei loro cambiamenti durante la conservazione, in relazione alle procedure di allevamento, alimentazione, raccolta/uccisione e modalità di conservazione previsti per il prodotto.

Per una corretta standardizzazione della qualità del prodotto di una determinata specie e per la sua potenzialità al corretto uso in campo, appare indispensabile utilizzare “un sistema di descrittori” basato su una solida base scientifica, utilizzando parametri misurabili, affidabili e possibilmente di semplice applicazione e in grado di valutare efficacemente anche il mantenimento di tali caratteristiche dopo la macellazione del pesce allevato e di rilevare, nel

caso di significativi cambiamenti alimentari o tecnologici apportati durante l'allevamento, gli eventuali cambiamenti verificatisi nelle caratteristiche qualitative del prodotto. Gli standard di qualità dovrebbero essere attentamente selezionati fra i numerosi parametri disponibili, scegliendo i più affidabili, i più facili da misurare correttamente in campo e possibilmente non distruttivi. Di seguito alcune considerazioni tese alla individuazione degli standard di qualità che potrebbero essere considerati più applicabili.

Come noto la morfologia e i tratti merceologici appropriati del pesce possono essere valutati grazie a un numero di misure lineari e ponderali tramite tecniche tradizionali o più innovative. Alcune di queste misure lineari e ponderali possono essere messe in correlazione con aspetti qualitativi che interessano ed essere poi utilizzate per la elaborazione di utili indici morfometrici. Le più utilizzate fra le misure lineari sono la lunghezza totale o standard, oppure l'altezza, la circonferenza e lo spessore massimi del corpo del pesce. Fra gli indici morfometrici derivati dalle misure lineari e ponderali, indubbiamente il fattore di condizione, che descrive la corpulenza (spesso legata all'adiposità del pesce), la resa in peso eviscerato, che tiene conto di una significativa frazione degli scarti, e la resa in filetti, che indica senza alcun dubbio la porzione edule del pesce, assumono un elevato interesse merceologico.

Fra i parametri fisici, il colore del filetto, importante per i pesci con carne pigmentata, viene valutato tramite colorimetri con i quali si determinano parametri quali la luminosità, l'indice del rosso e quello del giallo, che permettono anche di risalire a indici colorimetrici composti, quali tinta e saturazione. Un altro parametro fisico interessante è la texture (consistenza), misurazione che può essere anche non distruttiva e può essere considerata importante sia sotto l'aspetto sensoriale che come attributo utile per il prodotto trasformato. Come noto la durezza/consistenza delle carni viene influenzata dalla struttura istologica intrinseca, a sua volta legata alle proprietà delle proteine miofibrillari/sarcoplasmatiche e del tessuto connettivo. In particolare la consistenza aumenta con la densità e il diametro delle fibre muscolari e con la quantità e l'invecchiamento delle strutture di collagene. A parità di peso, i pesci selvatici hanno generalmente carni più consistenti di quelle dei pesci allevati anche per la loro frequente minore quantità di grasso e il loro più alto livello di attività del tessuto muscolare per il nuoto, senza dimenticare che per una minore disponibilità degli alimenti (che devono ricercare attivamente) raggiungono uno stesso peso generalmente a una età maggiore, quando la struttura del collagene è divenuta assai più consistente. Una maggiore consistenza è stata riscontrata anche nelle trote alimentate con elevata sostituzione di sorgenti vegetali (de Francesco et al., 2004). La misurazione della texture sul corpo

dell'animale e quindi con misura non distruttiva, può essere effettuata con un misuratore di durezza o durometro, (apparecchio manuale molto semplice e adatto all'uso a livello industriale) oppure direttamente sulle carni tramite un più ingombrante e complesso strumento da tavolo assai più affidabile (Stable Micro Systems), la cui capacità di misura arriva a includere, insieme alla durezza, altri aspetti di qualità fisica quali fratturabilità, adesività, elasticità, coesività, gommosità, masticabilità, resilienza.

Di particolare interesse fra tutti i parametri chimici del filetto sono quelli chimico-nutrizionali e in particolare il tenore in lipidi e il quadro acido delle carni, il tenore in selenio e in proteine oltreché in alcuni aminoacidi interessanti (taurina) determinabili anch'essi con metodi tradizionali o innovativi.

Per fare un esempio di come è possibile muoversi nella scelta dei parametri migliori fra i numerosi disponibili, ecco un elenco di alcuni potenziali standard di qualità, scelti inizialmente da una lunga serie, per una eventuale certificazione IGP nella spigola di Orbetello fra quelli misurati su 708 pesci di taglia diversa (taglia porzione, media e grande) in un range di pesi che va da 280 a 1162 g (Poli et al., 2008). Da notare che tutte le spigole erano state allevate con lo stesso protocollo da 3 aziende con mangimi estrusi (44% PG, 22% EE, 1,6% FG, 9,5% Ceneri, 19,8MJ/kg ED, 12% EPA, 12% DHA, 30% PUFA n-3, 9% PUFA n-6) e circa 60 pesci venivano campionati ogni 20 giorni per un anno intero. L'entità del coefficiente di variazione di ciascun parametro dovuta ai tre fattori principali considerati, taglia commerciale (n. 3: porzione, media e grande), azienda (n. 3) e stagione (n. 4), è servita come punto di riferimento per scegliere i parametri più stabili. I risultati hanno confermato che l'alta variabilità di alcuni parametri era dovuta soprattutto alla differente taglia commerciale e a fattori stagionali, risultando invece limitata quella dovuta alla diversa azienda. Tanto per dare un'idea, la resa in filetti media delle tre taglie commerciali era massima in autunno (50%) e minima in primavera (46%) e risultava diversa fra la taglia porzione (250-450g) e la taglia media (451-750g), quest'ultima non differente dalla taglia più grande (751-1200g) (47 vs 48 vs 49%) (Poli et al., 2008).

Nella tabella 1, per semplicità, è riportata una selezione di parametri e la relativa variabilità delle medie generali che potrebbero rappresentare potenziali standard di misurazioni lineari (CV circa il 10%), di indici morfologici (CV 2– 40%) e di aspetti nutrizionali del filetto (CV dal 2 al 28%). Per una più puntuale standardizzazione sarebbe opportuno considerare i parametri valutati separatamente per taglia e per stagione. Tenendo conto del coefficiente

te di variazione (nonostante la diversa taglia, la diversa stagione e la diversa impresa) la lista dei parametri più stabili e più promettenti per essere scelti e inseriti in un disciplinare come standard erano i seguenti:

Aspetti morfometrici:

1. Resa in peso eviscerato (CV 2,12 %)
2. Resa in filetto (CV 6,53 %)
3. Fattore di Condizione (CV 10,10 %)

Caratteristiche del filetto:

1. Umidità (CV 3,07 %)
2. Proteina (CV 6,16 %)
3. Acidi grassi saturi % (CV 3,48 %)
4. PUFA n-3 % (CV 5,68 %)
5. EPA+DHA % (CV 6,18 %)
6. PUFA n-6 % (CV 9,83 %)
7. n-3/n-6 (CV 10,01 %)

Di grande interesse a livello nutrizionale anche se meno stabile

8. Lipidi del filetto (CV 27,48 %)

Dunque una prima bozza di standard minimo di qualità del prodotto finale dovrebbe innanzi tutto tenere conto dei fattori di variazione dei parametri di qualità che si ritiene più importanti per il maggiore o minore impatto sulla qualità del prodotto e sulle scelte di interesse commerciale e del consumatore. Fissati i fattori di variazione da considerare (ovvero Specie, Sistema di allevamento/Strategia alimentare, Stagione, Taglia) i criteri di qualità (misurabili) di maggior interesse caratterizzanti la qualità del prodotto potrebbero essere:

- Resa in filetti (range di valori per taglia e/ o stagione)
- Contenuto in lipidi (range di valori per taglia e/o stagione)
- Stato di Freschezza/ data di raccolta
- Rapporto acidi grassi polinsaturi n-3/n-6
- EPA+DHA (somma dei contenuti di ecosapentaenoico-C20:5 n-3 e di docosaesanoico-C22:6 n-3)

cui potrebbero essere aggiunti

- fattore di condizione
- compattezza (texture) corporea
- altri parametri sensibili allo stress (es. tempo di pieno *rigor*, pH liquido oculare, ATP/IMP...)

Il perché della scelta della *resa in filetti* appare chiaro: si tratta dell'indice merceologico di maggior interesse per l'allevatore e il consumatore in quanto rappresenta la porzione edule del pesce. Tale resa viene determinata previa filettatura, peso dei filetti, rapportando quindi percentualmente tale peso a quello corporeo del pesce.

Più complesso appare il motivo del suggerimento dell'uso del *fattore di condizione*, ottenuto dal rapporto fra peso corporeo e cubo della lunghezza, indice della forma generale del pesce, della sua condizione corporea, del suo stato nutrizionale e anche della maturità sessuale. Ogni specie presenta un range di valori a seconda dei diversi fattori di influenza ma in generale più elevato è il suo valore e più corpulento è il pesce. Per non essere falsati, i confronti vanno fatti nello stesso momento dell'anno in modo che i soggetti siano allo stesso stadio riproduttivo, condizione che influenza significativamente il parametro. Il fattore di condizione è apparso essere un utile indice della adiposità e del contenuto in lipidi nelle carni di spigola della prova su menzionata (Poli et al., 2008).

Il tenore in *lipidi del filetto* viene determinato su un suo campione (meglio se ottenuto da un omogenato di un intero filetto senza pelle) sottoponendolo all'analisi del contenuto in "grasso" come estratto etereo (A.O.A.C., 1995) o, più precisamente, all'analisi dei "lipidi totali" tramite diversi metodi analitici (Folch et al., 1957; Blight and Dyer, 1959; Smedes, 1999). Entrambi i dati vengono quindi espressi su 100g di filetto. Generalmente il dato ottenuto come "estratto etereo" risulta più basso di quello in "lipidi totali" perché mentre il primo dato rappresenta solo la frazione dei trigliceridi, il secondo gruppo di metodi riesce a estrarre anche la frazione dei fosfolipidi. Per una stima non distruttiva dei lipidi (anche *in vivo*) può essere usato un tester non distruttivo quale il Fatmeter (Distell). L'apparecchio, di uso semplicissimo, stima il contenuto di grasso sulla base del contenuto di acqua del pesce (come noto, il tenore in acqua dei prodotti animali è caratterizzato da una strettissima correlazione negativa con il tenore in lipidi). La correlazione fra i dati stimati e quelli analizzati per via chimica presenta generalmente un coefficiente variabile da 0,71 a 0,93 e quindi risulta abbastanza affidabile.

VARIABILE	MEDIA	MIN.	MAX.	COEFF. VARIAZIONE
Caratteristiche corporee				
Lunghezza totale (cm)	37,85	29,90	47,00	10,24
Resa peso eviscerato (%)	91,17	83,50	95,66	2,12
Resa in filetti (%)	48,27	33,35	62,28	6,53
Indice viscerale (%)	9,74	4,53	19,75	24,11
Fattore di condizione	1,12	0,6	1,76	10,10
Composizione filetto				
Lipidi (%)	8,11	3,06	16,19	27,48
Proteine (%)	19,94	16,45	23,18	6,16
Umidità (%)	69,65	62,98	75,31	3,07
Ceneri (%)	1,43	0,85	2,79	19,93
C20:5n-3 (% tot. a.g.)	9,02	7,70	10,10	5,46
C22:6n-3 (% tot. a.g.)	15,01	12,70	20,50	9,87
Saturi (% tot. a.g.)	25,60	23,70	27,70	3,48
PUFA n-3 (% tot. a.g.)	30,11	26,60	39,90	5,68
PUFA n-6 (% tot. a.g.)	11,06	9,20	13,20	9,83
n-3/ n-6	2,82	2,25	3,29	10,01
EPA+DHA (% tot. a.g.)	24,03	20,70	28,40	6,18
I.A.	0,47	0,33	0,53	5,79
I.A. = C12 + C14 (x4) + C16 / monoisaturi + polinsaturi n-6 + polinsaturi n-3				

Tab. 1 *Potenziali standard morfometrici e chimici della qualità della spigola*

Lo stato di *freschezza* è l'unico parametro di qualità che *anche da solo* è in grado di indicare con buona affidabilità la qualità del pesce. Esso viene generalmente determinato con metodo sensoriale. Può essere usato il metodo ufficiale in Europa (Reg. UE 2406/96), che individua tre classi di freschezza del pesce molto fresco (Extra), fresco (A) e sempre edule ma stantio (B), o quello più moderno ovvero il Quality Index Method, un indice di demerito per cui il pesce migliore ha $QI=0$ e il peggiore raggiunge generalmente un valore intorno a 20. Questo ultimo viene utilizzato in molti Paesi, soprattutto del Nord Europa ma non solo, perché più affidabile e specifico. Infatti, contrariamente allo schema europeo, per il quale esistono sei schemi (pesce bianco, pesce azzurro, selaci, cefalopodi, crostacei/gamberetti, crostacei/scampi), per questo metodo si usa uno schema di riferimento per ciascuna specie di pesce (Luten e Martinsdøttir, 1997). Lo stato di freschezza di un prodotto allevato, che sia gestito subito dopo la raccolta in modo da assicurare una catena del freddo ininterrotta, potrebbe essere stimato, sempre nell'ambito di

ciascuna specie, anche dalla data della raccolta. In proposito si ricorda che la legge 99/2009 all' art. 18 obbligherebbe alla presenza di tale data in etichetta. La qualità può essere valutata anche estendendo la stima al prodotto cotto testando colore, odore, consistenza, masticabilità, aroma e succosità mediante prove descrittive dalle quali deriva un profilo sensoriale del prodotto (Hyldig e Nielsen, 1997).

L'importanza degli aspetti dietetici del *rapporto n-3/n-6* e della *somma EPA+DHA* come standard di qualità dei prodotti di acquacoltura è legata alla loro confermata importanza nell'alimentazione umana, soprattutto nel caso di consumatori con problemi cardio-circolatori. In primo luogo deve essere ricordato che gli acidi grassi insaturi della serie n-3 che si ritrovano nei lipidi delle piante e degli animali terricoli sono diversi da quelli che si trovano negli animali acquatici. Infatti il C18:3 n-3 (acido linolenico, indispensabile per l'uomo) si trova in quantità variabile ma significativa in tutti i prodotti vegetali e animali, mentre gli acidi grassi C20:5 n-3 (Eicosapentaenoico - EPA) e C22:6 n-3 (Docosaesanoico - DHA) si trovano in quantità significative solo nei prodotti ittici. L'essere animali acquatici rende infatti le loro carni speciali perché sono le uniche naturalmente ricche degli acidi grassi polinsaturi della serie omega 3 a catena molto lunga (LC PUFA n-3) EPA e DHA, i cui benefici effetti verso molte patologie cardiovascolari, infiammatorie, immunitarie e certi tipi di tumori, sono stati ampiamente confermati, tanto da convincere Agenzie internazionali dell'alimentazione a consigliare un consumo minimo bisettimanale di pesce. In particolare per la somma EPA+ DHA viene suggerito il consumo di almeno 3,5g la settimana per il mantenimento di una buona salute cardiocircolatoria. Il motivo di tale suggerimento è legato soprattutto al fatto che una dieta ricca di LC PUFA n-3 porta alla disponibilità di EPA (C20:5 n-3) che è competitore dell'acido arachidonico (C20:4 n-6). È proprio la sostituzione di quest'ultimo che esercita un benefico effetto a livello della risposta infiammatoria e insieme ad altri processi collegati, riduce il rischio cardiovascolare. Al contrario, una dieta ricca di acidi grassi polinsaturi della serie n-6 porta a elevati livelli di acido arachidonico (C20:4 n-6) che interviene nella chemiotassi dei neutrofili con aumento della permeabilità vascolare, aumento dell'attività proinfiammatoria e proliferazione cellulare, con effetti negativi sulla salute. In più è stato recentemente individuata la Resolvina D2, derivata dal DHA n-3, che induce la produzione di ossido di azoto da parte delle cellule endoteliali, il quale esercita un effetto inibente il legame dei leucociti circolanti (processo caratteristico di molte malattie infiammatorie). È dunque importante mantenere più possibile costante il peculiare quadro acidico presentato dai pesci allo stato selvatico, se vogliamo

sfruttarne gli effetti benefici, non sottovalutando quindi gli effetti che una sua modificazione eccessiva può causare. L'importanza che sia mantenuto anche un buon rapporto n-3/n-6, a prescindere dalla quantità di EPA + DHA, può essere dimostrata anche da un esempio relativo ai risultati di una nostra sperimentazione sulla valutazione della salubrità al consumo di orate alimentate con diversa dieta (Sofi et al., 2008; Poli et al., 2009). Il controllo dell'effetto del consumo di orate alimentate con il 100% di farina di pesce e di orate che avevano consumato una dieta in cui il 50% di quella farina di pesce era stata sostituita da componenti di origine vegetale è stato realizzato tramite lo studio dei biomarker circolatori di aterosclerosi di soggetti dislipidemicici. Si ricorda in proposito che la dislipidemia nei soggetti umani è definita da livelli di biomarker circolatori: Colesterolo totale > 200 mg/dL; Colesterolo LDL > 130 mg/dL; Trigliceridi > 150 mg/dL. Alla fine della prova i soggetti che avevano consumato le orate a dieta vegetale avevano consumato maggiore quantità di filetti (6,9 vs 5,9 kg) risultando in un apporto identico della somma di EPA + DHA (12,2g/settimana, quantità 3,5 volte maggiore di quella suggerita dall'American Health Association) ma della metà del valore del rapporto n-3/n-6 (1,2 vs 2,4) rispetto all'altro gruppo, che aveva consumato le orate con il 100% di farina di pesce. Questo era dovuto proprio alle sorgenti vegetali della dieta il cui quadro acidico si è riflesso su quello delle carni delle orate e hanno comportato consumi settimanali doppi di acido linoleico (C18:2 n-6 : 13 g vs 6g) da parte dei soggetti umani. Sulla base dei cambiamenti mostrati dai biomarker circolatori lipidici, infiammatori ed emoreologici dei soggetti consumatori, è risultato chiaro che il consumo di orate alimentate con farina di pesce ha determinato nei soggetti dislipidemicici un profilo biochimico significativamente più favorevole rispetto a quello dei soggetti che avevano consumato pesci alimentati con il 50% di sorgenti vegetali. Ecco dunque la ragione per cui la necessità di modificare i mangimi per l'acquacoltura mediante la sostituzione della farina e olio di pesce con alternative di origine vegetale produrrà cambiamenti nella composizione in acidi grassi del filetto e quindi della loro salubrità al consumo. Il controllo degli effetti di questi cambiamenti sul pesce diverrà importante per fare le scelte giuste per ottenere pesce realmente salubre per il consumatore.

In questo senso l'acquacoltura biologica con i suoi paletti nella quota di mangimi vegetali nella dieta (non più del 60% di sorgenti vegetali) può forse contribuire a un migliore mantenimento del quadro acidico.

Un altro parametro che appare utile considerare come un potenziale standard di qualità è la *consistenza* o *texture*. Infatti l'analisi della consistenza corporea è una misurazione non distruttiva che potrebbe essere considerata

importante sia per la sua relazione con le caratteristiche sensoriali del prodotto fresco che come attributo utile per una eventuale trasformazione del prodotto. La texture diminuisce via via che la freschezza del pesce decade per cui può anche essere un indice di freschezza dato che misura i cambiamenti strutturali che si verificano durante la conservazione in ghiaccio.

3. STANDARD DI QUALITÀ INTEGRATA DEL PRODOTTO

Così come la gestione tecnica dei processi e delle imprese sta passando con frequenza crescente dal Quality System Management, che ha guidato l'organizzazione delle imprese negli ultimi 20 anni, all'Integrated Risk Management che guiderà l'organizzazione nei prossimi 20 anni – per cui il responsabile della gestione tecnica dei processi e filiere tenderà a divenire un “multihazard manager” – anche nel caso della individuazione di standard di qualità del prodotto di acquacoltura, probabilmente dovrà essere messo a punto un sistema di standard di qualità integrata del prodotto. Nel complesso si potrebbe arrivare a procedere a una valutazione della qualità integrata tenendo conto nel contempo sia della qualità statica che di quella dinamica utilizzando indicatori di stress/qualità/cambiamento di qualità.

Il set di indicatori potrebbe essere dunque suddiviso in 4 sottotemi (fig. 1):

- indicatori di qualità merceologica del prodotto valutati sul pesce di taglia commerciale (prodotto finale);
- indicatori di qualità nutrizionale del prodotto valutati su filetto del pesce di taglia commerciale (prodotto finale);
- indicatori di stress (stato di benessere degli animali) valutati entro le 24 ore dalla morte;
- indicatori di freschezza del prodotto valutati durante il periodo di conservazione.

Per ciascun indicatore potrebbe essere individuato un range che indichi le condizioni buone, intermedie e di allarme relative allo stress subito e alla dinamica della qualità del prodotto in seguito all'uccisione in acqua e ghiaccio, ad esempio.

A ogni indicatore dovrà essere associato un “peso” che indichi la sua importanza rispetto agli altri. Sulla base dei pesi e dell'attribuzione a una delle classi di valutazione sarà possibile calcolare l'importanza relativa di ogni indi-

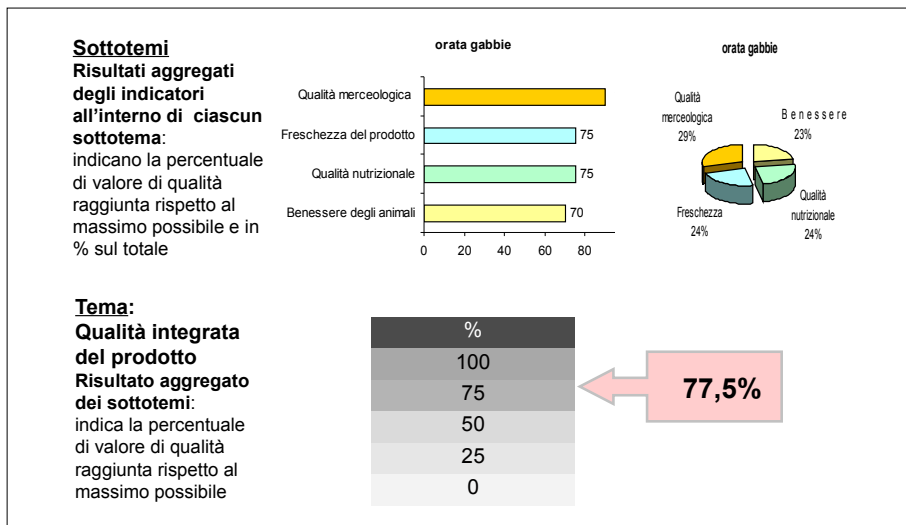


Fig. 1 Esempio di valutazione della qualità integrata su orate sulla base degli indicatori misurati

catore. Con la somma pure pesata degli indicatori sarà possibile infine ottenere una valutazione aggregata per i diversi sottotemi. I risultati aggregati dei sottotemi possono anche essere espressi come percentuale di valore di qualità raggiunta rispetto al massimo possibile. Naturalmente sarà necessario pensare anche alle modalità con cui arrivare a proporre degli standard di qualità su basi scientifiche per il prodotto allevato per migliorare, tramite questa via, la competitività delle industrie europee, piccole e medie imprese soprattutto. L'iniziativa potrebbe partire proprio dalle Associazioni nazionali ed europee di produttori, e da organizzazioni di produttori di singole specie, che coinvolgano ricercatori di laboratori europei specializzati nella qualità del pesce e organizzino consultazioni con i vari organismi addetti alla certificazione e con organizzazioni dei consumatori. Questi soggetti, tutti insieme potrebbero prendere l'iniziativa di proporre uno specifico programma di ricerca finanziato da fondi nazionali e/o europei sulla messa a punto di standard di qualità per l'acquacoltura nazionale ed europea.

Lo sviluppo e applicazione di schemi di standard di qualità pan europei per l'acquacoltura dovrebbe aumentare la competitività delle imprese, con un miglioramento del margine di profitto e prezzi più stabili. L'occasione iniziale potrebbe essere proprio quella di cominciare a lavorare su una produzione come l'acquacoltura biologica recentemente regolamentata e vergine di dati sulla qualità del prodotto.

CONCLUSIONI

L'uso di standard di qualità per l'acquacoltura nazionale ed europea del prodotto ittico funzionerà a condizione che il messaggio sulla sicurezza e sulla qualità superiore del prodotto locale divenga familiare e affidabile per il consumatore. Nonostante i problemi attuali, quali i costi di applicazione, lo scarso interesse e le poche motivazioni degli operatori, la mancanza di informazione e formazione, i risultati positivi potrebbero essere 1) il miglioramento dei margini di profitto, 2) la maggiore razionalizzazione del settore, 3) una maggiore salubrità dei prodotti, 4) il miglioramento dell'immagine del prodotto e dell'industria ittica.

L'attuale forza e credibilità dell'acquacoltura sarebbe aumentata tramite una completa standardizzazione, dai processi di produzione fino alla qualità misurabile del prodotto finale e rappresenterebbe una grande opportunità per il futuro. Peraltro si deve riconoscere che è proprio la produzione acquacolturale a essere potenzialmente in grado di realizzare questo ambizioso obiettivo. In questo mercato globale e competitivo la capacità di differenziare e rendere riconoscibile la qualità del prodotto locale, nazionale o europeo, dovrebbe aumentare la competitività rispetto a quello di importazione grazie a un miglioramento dell'immagine pubblica – fattore essenziale per lo sviluppo nel settore – conferendo alle imprese un vantaggio commerciale rappresentato da un migliore margine di profitto e prezzi più stabili. In questo contesto una interessante possibilità potrebbe essere rappresentata dall'acquacoltura biologica recentemente regolamentata e praticamente vergine di dati sulla qualità del prodotto.

RINGRAZIAMENTI

Questo studio è stato realizzato nell'ambito del progetto di ricerca "Azione concertata per l'identificazione di contributi scientifici per lo sviluppo dell'acquacoltura biologica in Italia. Sottoprogetto: Stress alla morte e qualità/conservabilità del prodotto biologico" finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, Bando d.m. 2 ottobre 2008.

RIASSUNTO

La prospettiva futura dell'acquacoltura, che ormai rappresenta oltre il 50% della produzione ittica, è quella di orientarsi verso una vera sostenibilità in termini di graduale

sostituzione della farina e/o dell'olio di pesce nei mangimi, cui seguiranno alcuni cambiamenti nella qualità del prodotto finale. Il controllo periodico del prodotto finale è dunque importante per le corrette scelte degli allevatori e degli operatori della catena di distribuzione, perché possano fornire con continuità un prodotto ittico sicuro, di alta qualità e salubre per il consumatore, aumentandone per questa via la competitività e la credibilità. Auspicabile dunque stabilire standard di qualità per ciascuna specie allevata in Europa, tenendo conto delle differenti condizioni di allevamento, incluso il biologico, e delle differenti strategie di alimentazione, da utilizzare come una guida per garantire che l'evoluzione delle tecniche produttive non risulti in un peggioramento della qualità del prodotto al di sotto di uno standard stabilito. Esistono molti parametri indicatori di qualità e cambiamenti di qualità, fra i quali scegliere i più affidabili, anche a seconda delle specifiche procedure di allevamento, alimentazione, raccolta/uccisione. In prospettiva, tenendo conto del diverso peso dei diversi parametri indicatori dei diversi aspetti della qualità si potrebbe arrivare a costruire standard di qualità integrata.

ABSTRACT

Due to the gradual depletion of fish stock and overfishing, nowadays over 50% of global products comes from aquaculture and more than 65% is imported. The future perspective of aquaculture industry is the movement towards true sustainability in terms of gradual substitution of fish meal and/or fish oil in aquafeeds, with some related changes in final product quality. Final products monitoring is then important for the right choices of the farmers and the distribution chain operators to offer a safe, high quality and healthy seafood to consumer and in this way increasing its competitiveness and credibility. So it would be useful establishing quality standards for each European farmed species, considering the different rearing conditions, organic included, and the different feeding strategies, to be used as a guide ensuring that any production developments do not result in a deterioration of product quality below the established standard. Fish quality is a complex object of research due to the high number of the different aspects involved. On the whole, the quality standards that could be checked on the final product concern the correct morphology, the nutritional traits, healthy eating aspects included, the texture, the *rigor* and the freshness status, the identification of origin and/or farming condition and the stress at death. At present many quality and quality changes indicators exist and a choice of some of the more reliable can be managed. The quality standards have to take into account both quality and quality changes parameters, affected by farming, feeding and harvesting/slaughtering procedures. A periodic measure of the healthy eating quality of the different products by intervention trials on humans has also to be carried out to check and maintain the beneficial protective effects of fish intake on a number of human diseases. In perspective an integrated quality standard could be structured taking into account different weighed quality indicators.

BIBLIOGRAFIA

A.O.A.C. (1995): *Official Methods of analysis of the Association of the official Analysis Chemists*, "Association of official Analytical Chemists" Arlington USA.

- BLIGH E.G., DYER W.J. (1959): *A rapid method of total lipid extraction and purification*, «Can. J. Biochem. Physiol.», 37, pp. 911-917.
- DE FRANCESCO M., PARISI G., MÉDALE F., LUPI P., KAUSHIK S.J., POLI B.M. (2004): *Effect of long-term feeding with a plant protein mixture based diet on growth and body/fillet quality traits of large rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)*, «Aquaculture», 236, pp. 413-429.
- DE FRANCESCO M., PARISI G., PEREZ-SANCEZ J., GOMEZ-REQUENI P., MÉDALE F., KAUSHIK S.J., MECATTI M., POLI B.M. (2007): *Effect of high-level fish meal replacement by plant proteins in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) on growth and body/fillets quality traits*, «Aquaculture Nutrition», 13, pp. 361-372.
- EFSA (2004): *Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from the Commission related to welfare aspects of the main systems of stunning and killing the main commercial species of animals*, «EFSA Journal», 45, pp. 1-29, <http://www.efsa.eu.int>
- EFSA (2008): *Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Animal Welfare on a request from the European Commission on the Animal welfare aspects of husbandry systems for farmed trout*, «The EFSA Journal», 796, pp. 1-22, <http://www.efsa.eu.int>.
- EFSA (2009a): *Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from European Commission on Species-specific welfare aspects of the main systems of stunning and killing of farmed sea bass and sea bream*, «The EFSA Journal», 1010, pp. 1-52, <http://www.efsa.eu.int>
- EFSA (2009b): *Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from European Commission on Species-specific welfare aspects of the main systems of stunning and killing of farmed fish: rainbow trout*, «The EFSA Journal», 1013, pp. 1-55, <http://www.efsa.eu.int>
- EFSA (2009c): *Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from European Commission on Species-specific welfare aspects of the main systems of the stunning and killing of farmed Atlantic salmon*, «The EFSA Journal», pp. 1-77, <http://www.efsa.eu.int>.
- FAO (2006): *The state of world fisheries and aquaculture*. <http://www.fao.org/DO-CREP/003/X8002/X8002E00.htm>
- FOLCH J., LEES M., STANLEY G.H. S.A. (1957): *A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues*, «J. Biol. Chem.», 226, pp. 497-509.
- HYLDIG G., NIELSEN J. (1997): *A Rapid Sensory Method of Quality Management*, in G. Olafsdóttir et al. (eds), *Methods to determine the freshness of Fish. Proceedings of the Final meeting of the Concerted action "Evaluation of Fish Freshness"*, AIR3CT94 2283, Nantes Nov. 12-14, 1997, "International Institute of refrigeration", pp. 297-305.
- LUTEN J.B., MARTINSDÓTTIR E. (1997): *QIM – A European Tool for Fish Freshness evaluation in the Fishery Chain* in G. Olafsdóttir G. et al. (eds), *Methods to determine the Freshness of Fish. Proceedings of the Final meeting of the Concerted action "Evaluation of Fish Freshness"*, AIR3CT94 2283, Nantes Nov. 12-14, 1997, "International Institute of refrigeration", pp. 287-296.
- OEHLENSCHLÄGER J. (1998): *Sensory evaluation in inspection. Methods to determine the freshness of fish in research and industry*, in *Proceedings of the final meeting of the concerted action "Evaluation of fish freshness"*, AIR3CT94 2283, pp. 339-344, Paris: Institut International du Froid.
- OLAFSDÓTTIR G., NESVADBA P., DI NATALE C., CARECHE M., OEHLENSCHLÄGER J., TRYGGVADÓTTIR S.V., SCHUBRING R., KROEGER M., HEIA K., ESAIASSEN M., MACAGNANO A., JORGENSEN B.M. (2004): *Multisensor for fish quality determination*, «Trends in Food Science and Technology», 15, n. 2, pp. 86-93.

- POLI B.M., PARISI G., GIORGI G., GALIGANI I., MICHELOTTI D., BONELLI A., COSTANTINI L. (2008): *Studio dei parametri morfologici/merceologici e di adiposità generale della spigola allevata ad Orbetello per l'individuazione di indici semplici, non distruttivi e poco costosi, utili alla definizione di standard di qualità da utilizzare in schemi di certificazione*, in *Acquacoltura in Toscana. Studi e analisi di settore*, M. Bonanzinga e L. Balestrieri (eds), ARSIA, Firenze (Italia), pp. 147-162, ISBN 978-88-8295-099-6.
- POLI B.M., SOFI F., PARISI G., CESARI F., GORI A.M., MANNINI L., GIORGI G., ABBATE R., GENSINI G.F. (2009): *Partial fish meal replacement by plant proteins in diet of gilt-head sea bream (Sparus aurata) effects on body/fillets traits and evaluation of the healthy eating quality by an intervention trial*, "Acquacoltura med 2009", Verona, 22-23 Ottobre 2009, Book of abstract, p. 33.
- Reg. CE 852/2004 del Parlamento europeo e del Consiglio *sull'igiene dei prodotti alimentari*.
- Reg CE 853/ 2004 del Parlamento europeo e del Consiglio che *stabilisce norme specifiche in materia di igiene per gli alimenti di origine animale*.
- Reg. CE 834/2007 del Consiglio del 28 giugno 2007 *relativo alla produzione biologica e all'etichettatura dei prodotti biologici* che abroga il regolamento CEE n. 2092/91.
- Reg. CE 889/2008 del 5 settembre 2008 recante modalità di applicazione del reg. CE 834/2007 del Consiglio *relativo alla produzione biologica e all'etichettatura dei prodotti biologici per quanto riguarda la produzione biologica, l'etichettatura e i controlli*.
- Reg. CE 710/2009 del 5 agosto 2009 che modifica il regolamento CE 889/2008 *recante modalità di applicazione del reg. CE 834/2007 del Consiglio per quanto riguarda l'introduzione di modalità di applicazione relative alla produzione di animali e di alghe marine dell'acquacoltura biologica*.
- SMEDES F. (1999): *Determination of total lipid using non-chlorinated solvents*, «Analyst», 124, pp. 1711-1718.
- SOFI F., CESARI F., GORI A.M., MANNINI L., PARISI G., GIORGI G., GALIGANI I., ABBATE R., GENSINI G.F., POLI B.M. (2008): *Influence of dietary intake of differently fed sea bream on lipid and hemorheological parameters*. In.: *Seafood from Catch and aquaculture for a Sustainable supply*, in Poli B.M. and Parisi G. Eds., 38th Annual Wefia Meeting, Florence, Italy, pp. 17-19 September 2008, Book of Abstracts, F4.02, 126. ISBN 978-88-8453-746-1 (on line) and ISBN 978-88-8453-745-4 (print).
- TONON T., HARVEY D., LARSON T.R., GRAHAM I.A. (2002): *Long chain polyunsaturated fatty acid production and partitioning to triacyl-glycerols in four microalgae*, «Phytochem.», 61, pp. 15-24.
- UNI EN ISO 8402. (1995): *Sistemi Qualità. Gestione per la Qualità ed assicurazione della Qualità - Termini e definizioni*.
- VERBEKE W., VERMEIR I., BRUNSO K. (2007): *Consumer evaluation of fish quality as basis for fish market segmentation*, «Food quality and preference», 18, pp. 651-661.

