



Regione Campania
AGC Sviluppo Attività Settore Primario



Unione Europea

POR 2000-2006

Misura 4.23 sottomisura 6 cofinanziata dallo Sfop

Le azioni innovative ed i progetti pilota nella programmazione regionale

quaderno illustrativo

Settore Foreste, Caccia e Pesca
Settore Sperimentazione, Informazione, Ricerca e Consulenza in Agricoltura
Coordinamento: Gennaro Grassi, Michele Bianco, Daniela Lombardo
A cura di Linda Toderico

I testi delle relazioni presentate sono stati realizzati dai Responsabili scientifici dei singoli progetti

Sommario

Presentazione	pag. 5
Innovazione tecnologica nella pesca e nell’acquacoltura	» 7
• Enviroboat: Natante automatico con supervisione remota per il monitoraggio e il controllo dell’ambiente marino	» 9
• Individuazione di indicatori ambientali derivabili da satellite per la gestione degli stock di grandi pelagici (IASP)	» 15
• Azione per lo sviluppo dell’acquacoltura in Campania. Impianto pilota con tecnologie innovative per il controllo e la differenziazione dei processi riproduttivi di specie ittiche marine: sistemi a circuito chiuso	» 21
• Realizzazione di un impianto pilota per la sperimentazione in maricoltura OFF – SHORE	» 29
• “Gaia” Innovazione e tecnologia nella filiera ittica	» 35
Diversificazione produttiva	» 41
• Impianto sperimentale per la valorizzazione maricolturale di specie marine mediterranee: Sogliola (<i>Solea solea</i>); Cappasanta (<i>Pecten jacobaeus</i>) e Ostrica piatta (<i>Ostrea edulis</i>); Mazzancolla Mediterranea (<i>Penaeus Keraturus</i>). Modello produttivo per lo sfruttamento sostenibile ed eco-compatibile delle risorse acquicole campane	» 43
• Realizzazione di un impianto pilota per lo studio dell’influenza delle tecniche di allevamento e delle caratteristiche delle diete sulle performance zootecniche, sul tasso di sopravvivenza e sulla qualità delle carni di specie ittiche pregiate di nuova introduzione	» 49
• Studio della biologia del Polichete (<i>Claparède</i>) <i>Lumbrineris impatientis</i> nel golfo di Napoli al fine della gestione della risorsa come esca	» 55

• Realizzazione di un laboratorio pilota per la sperimentazione e la divulgazione di tecnologie innovative per il recupero di specie autoctone da impiegare in attività di allevamento	pag. 63
Trasformazione, conservazione e valorizzazione dei prodotti ittici	» 69
• Tecnologie innovative per la valorizzazione e la qualificazione di prodotti lavorati della maricoltura campana	» 71
• Prolungamento dello shelf-life di prodotti ittici	» 77
• Pesce azzurro: una risorsa da valorizzare. Innovazione nelle tecniche di conservazione e nei prodotti di IV° e V° gamma	» 83

Presentazione

La Regione Campania, con la misura 4.23 del Programma Operativo, ha finanziato progetti pilota e azioni innovative previste nel regolamento attuativo dello SFOP.

Alla fine di un percorso impegnativo ma ricco di soddisfazioni, alcune riflessioni sono d'obbligo. La Campania ha affrontato con risultati più che soddisfacenti la sfida della realizzazione degli interventi a sostegno della pesca professionale, per la prima volta di competenza regionale, attuando una politica di prossimità che, secondo i principi della programmazione 2000/2006, potesse meglio cogliere le istanze locali di sviluppo anche grazie a un efficiente partenariato istituzionale e socio-economico; partenariato che ha trovato in importanti strumenti di concertazione le modalità più pregnanti per cogliere le esigenze di sviluppo del ceto peschereccio, dell'imprenditorialità nel settore della pesca e dell'acquacoltura.

In tale contesto si è mossa la programmazione di dettaglio della misura 4.23 che attivando azioni innovative e progetti pilota è riuscita ad avviare un fattivo dialogo fra Pubblica Amministrazione, Ricerca e ceti produttivi per favorire il passaggio verso un'economia competitiva e dinamica basata sulla conoscenza e su un più efficace sistema di trasferimento dei risultati della ricerca e delle innovazioni tecnologiche agli operatori del settore.

I progetti realizzati e ormai conclusi sono stati ripartiti in tre grandi aree: l'innovazione tecnologica nella pesca e nell'acquacoltura; la diversificazione produttiva; la trasformazione, conservazione e valorizzazione dei prodotti ittici. Per il futuro, questo assessorato prevede di inserire, per convinzione strategica e come espressamente sollecitato dagli istituti di ricerca, anche il tema della gestione delle risorse alieutiche.

Andrea Cozzolino

**“Innovazione tecnologica nella pesca
e nell’acquacoltura”**

ENVIROBOAT: NATANTE AUTOMATICO CON SUPERVISIONE REMOTA PER IL MONITORAGGIO E IL CONTROLLO DELL'AMBIENTE MARINO

Gli attuali limiti nella conoscenza dell'ecosistema marino derivano soprattutto da problemi legati alla carenza di osservazioni disponibili ed ai loro limiti intrinseci dovuti al fatto che molte osservazioni disponibili sono basate su metodi indiretti. Negli ultimi decenni è stato quindi portato avanti un notevole sforzo per far fronte all'esigenza di condurre osservazioni sistematiche sulle varie scale spaziali e temporali dei principali processi marini (piattaforme satellitari, trasduttori acustici subacquei, strumentazione bio-ottica, etc.). Le tecniche di misura utilizzate sono raggruppiabili in due grosse categorie, quelle di sensori fissi (tecnica euleriana) e quella di sensori mobili, spesso trasportati dal fluido (tecnica lagrangiana).

Senza entrare nel dettaglio dei vantaggi e svantaggi delle due si può affermare che ENVIROBOAT ha la potenzialità di operare in tutti e due i modi, in quanto può essere usato come veicolo passivo che segue la corrente superficiale e come veicolo attivo che segue percorsi determinati. Le specificità del natante sono: le sue ridotte dimensioni, soprattutto in termini di pescaggio, che ne rendono possibile l'uso anche su fondali di piccola profondità, il sofisticato sistema di posizionamento GPS e di navigazione controllata da un sistema di retroazione, sia autonomo che controllato in maniera remota, ed infine, l'uso della tecnica di trasmissione WiFi, che consente una velocità di trasmissione dati molto più elevata di quella consentita dai sistemi tradizionali radio o di telefonia mobile.

La destinazione di un veicolo mobile che, nella configurazione attuale, può trasportare un carico strumentale di parecchie decine di chilogrammi è principalmente quella di effettuare mappature di scalari o, con particolari accorgimenti, di grandezze vettoriali.

Esso inoltre può effettuare osservazioni di comportamenti di organismi con basso o bassissimo livello di disturbo. Il vantaggio di ENVIROBOAT, rispetto alle tecniche comunemente usate, è nel risparmio dei consumi, nel più basso costo uomo e nell'accessibilità.

Le mappature (ad es. concentrazioni di un inquinante in prossimità di uno scarico, distribuzione di *Posidonia oceanica*, frazione di prateria coperta da una specie invasiva tipo *Caulerpa*, campo di velocità in prossimità di un ostacolo, etc. etc.) vengono di solito effettuate o con imbarcazioni che trainano o trasportano sensori o con un reticolo di sensori fissi. Enviroboat sostituisce soprattutto il primo approccio rendendolo più praticabile ed economico. Ovviamente il tipo di osservazione dipende dal corredo strumentale del natante.

Descrizione del sistema “enviroboat”

Il mezzo di navigazione risulta essere un catamarano in vetroresina dalle dimensioni 9 mt x 4,5 mt (rispettivamente dimensioni poppa-prua e larghezza max) con peso a vuoto di circa 2 tonnellate.



Catamarano

ENVIROBOaT è un natante automatico concepito per adattarsi in modo estremamente flessibile ad una molteplicità di applicazioni scientifiche.

La navigazione è possibile in varie modalità.

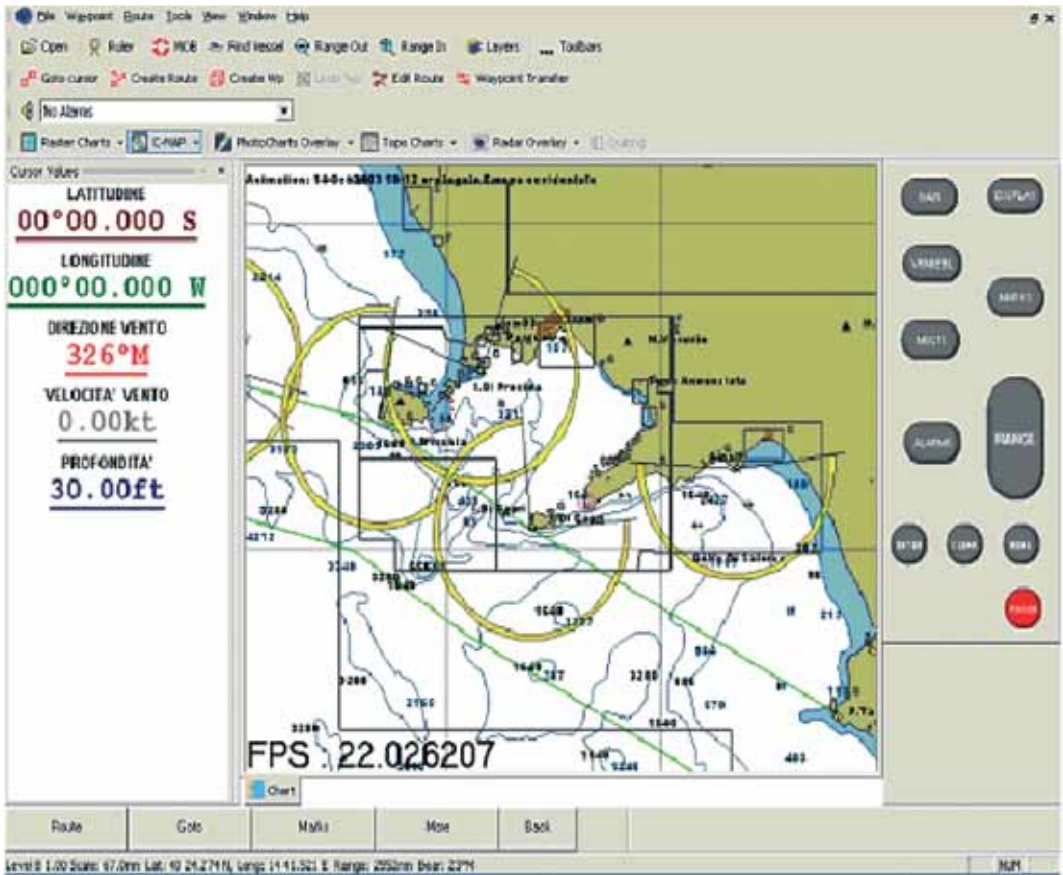
- Automatica, lungo una rotta predefinita dalle coordinate GPS dei punti cospicui (way points)
- Manuale, da bordo
- Manuale, da postazione remota, con ausilio strumentale e video continuo

La strumentazione per la navigazione comprende:

- Videocamera brandeggiabile (tilt e pan) per visione esterna
- Videocamera brandeggiabile (tilt e pan) per visione subacquea
- GPS differenziale ad elevata precisione
- Stazione di monitoraggio del vento (velocità e direzione)
- Profondimetro
- Luci di navigazione
- Luce stroboscopia di segnalazione
- Sirena di segnalazione



Videocamera



Sistema GPS

La motorizzazione di *ENVIROBOaT* è del tipo a scoppio mediante due motori fuoribordo a benzina Suzuki 4 Tempi 30 CV per lato

Applicazioni del natante semiautonoma 'ENVIROBOAT'

Le principali applicazioni comprendono:

1. Mappatura di concentrazioni di sali nutritivi disciolti o clorofilla *a* nell'articolato marino (fitoplancton) o specie chimiche disciolte di particolare interesse (inquinanti, micronutrienti etc.) effettuate sia in maniera continua, ove sia disponibile la strumentazioni analitica (fluorimetri, analizzatori a flusso, etc.) o in maniera discreta con campionatori automatici. Questo tipo di indagine può essere effettuata sia in zone critiche, vicino a sorgenti (sbocchi di condotte, stabilimenti industriali, etc.)

che nel corso di campagne oceanografiche in cui il tempo nave, particolarmente costoso, viene utilizzato per le osservazioni sulla verticale, mentre il natante può mappare le distribuzioni orizzontali del sito, risolvendone la variabilità a piccola scala. Questo tipo d'osservazioni è di particolare interesse nello studio delle fioriture algali.

2. Analisi della dispersione e quindi studio dei processi di diffusione di sostanze sospese e disciolte e della loro reattività in corrispondenza di un dato campo di velocità del fluido e d'intensità dei forzanti.
3. Mappatura della distribuzione di organismi bentonici sessili, soprattutto in aree sottoposte a regime di protezione o che vengono prese in considerazione per quel fine. Entro certi limiti un'adeguata strumentazione ottica su fondali bassi può sostituire il cosiddetto 'visual census' che viene invece condotto da un sommozzatore. L'autonomia del veicolo consente la copertura di aree estese, con una drastica riduzione dei tempi uomo e dei tempi nave.
4. Osservazione diretta ed a basso livello di disturbo del comportamento di organismi non sessili ma di bassa mobilità, con possibili sviluppi sullo studio della riproduzione e del reclutamento.
5. La mappatura di bassi fondali o di ambienti semichiusi (*surf zone*, lagune, porti) attualmente irrealizzabile con tecniche tradizionali per problemi di accesso.

RESPONSABILE DEL PROGETTO:

Maurizio Ribera d'Alcalà

Laboratorio di Oceanografia Biologica-Stazione Zoologica "A. Dohrn" di Napoli,

COLLABORATORI AL PROGRAMMA:

Augusto Passarelli - Collaboratore Tecnico

Ciro Chiaese - Collaboratore Tecnico

La progettazione e realizzazione dell'imbarcazione è stata della:

FABER s.r.l.

ed in particolare degli ingegneri

Massimo Mendia

Marcello Diano

INDIVIDUAZIONE DI INDICATORI AMBIENTALI DERIVABILI DA SATELLITE PER LA GESTIONE DEGLI STOCK DI GRANDI PELAGICI (IASP)

Questo progetto ha come obiettivo l'identificazione delle correlazioni tra parametri ambientali marini e lo stock di Tonno Rosso o bluefin tuna (*thunnus thynnus*), il quale rappresenta la specie più economicamente importante tra i grandi pelagici presenti nel Mar Mediterraneo, in cui esso viene pescato in misura maggiore. Nel corso del progetto è stato messo a punto un dataset multiparametrico unico nel suo genere, con dati di pescato, dati satellitari e da un modello numerico ed un elemento GIS per l'archivio dei dati e la visualizzazione degli stessi. L'analisi dei dati hanno permesso di evidenziare fluttuazioni delle catture a scala interannuale, con periodicità di circa 10 anni, di associare ai dati di pescato peculiari situazioni ambientali della superficie marina osservata dallo spazio (temperatura e clorofilla) e simulate da modello (produzione secondaria). I risultati di questo progetto hanno infine permesso di definire una prima versione degli indicatori ambientali utili alla gestione sostenibile di questa importante risorsa ittica e le prospettive di lavoro future.

Introduzione

Il tonno rosso, o bluefin tuna (*thunnus thynnus*, Fig. 1), rappresenta la specie economicamente più importante tra i grandi pelagici del Mar Mediterraneo. In questo bacino viene pescato l'11% delle 600.000 tonnellate annue di catture complessive in Mediterraneo ed in Atlantico. L'evoluzione delle tecniche di pesca da tonnara fissa a tonnara volante (rete tonnara calata in mare aperto da motopeschereccio) e l'aumento dello sforzo di pesca rendono necessario un monitoraggio dello stock al fine di evitarne il collasso, come è già avvenuto per altre specie ittiche soggette a sforzo di pesca incontrollato. Monitorare lo stock significa conoscere l'ecologia del tonno in relazione all'ambiente marino in cui esso vive. Le conoscenze sulla distribuzione del tonno rosso in relazione alle condizioni ambientali sono tuttavia scarse.



Fig. 1 - Il tonno rosso (*thunnus thynnus*)

Solo recentemente esse hanno ricevuto un impulso grazie alle nuove tecniche satellitari di osservazione. L'osservazione del mare dallo spazio fornisce infatti dati continuativi e globali sull'ambiente marino e consente di monitorare la migrazione di singoli individui di tonno su cui è stato impiantato un micro-trasmittitore.

Un primo passo per la comprensione delle correlazioni tra la distribuzione del tonno rosso e la variabilità dei parametri ambientali nel Mar Mediterraneo è rappresentato dai risultati del progetto IASP. Questo progetto, svolto nel periodo Ottobre 2004 – Giugno 2006, aveva come obiettivi: 1) la costruzione del primo dataset multi-parametrico di dati satellitari, di catture di tonno rosso e dati provenienti da simulazioni numeriche; 2) l'identificazione degli indicatori ambientali che possano essere di ausilio nelle politiche ambientali ed economiche nel rispetto della salvaguardia di questa specie.

Dati, modelli e metodologie

I dati raccolti per questo studio comprendono:

- Serie storiche (1950-2005) dei dati di cattura dell'International Commission for the Conservation of Atlantic Tuna (ICCAT; Fig. 2)
- Dati di pescato (Fig. 3), relativi alle campagne di pesca 2003-2004, messi a disposizione dalla DE.MO.PESCA s.a.s.; dati di pescato, acquisiti dai ricercatori coinvolti nel progetto, a bordo del motopeschereccio *Luigi Padre*, di proprietà della DE.MO.PESCA s.a.s., durante la campagna di pesca 2005. La collaborazione con la DE.MO.PESCA s.a.s. è proseguita nel 2006 ed i dati raccolti andranno ad integrare i precedenti con ulteriori analisi scientifiche.
- Dati satellitari di temperatura, clorofilla e trasparenza dell'acqua (Fig. 4) acquisiti, processati ed analizzati presso la stazione ricevente dell'ISAC-CNR U.O. di Roma. I dati vengono acquisiti più volte al giorno giornalmente e coprono il Mar Mediterraneo ed il Mar Nero.
- Dati sul campo di correnti del Mediterraneo, da modello numerico di circolazione OPA, messi a disposizione dal Laboratoire d'Océanographie et du Climat: Expérimentation et Approche Numérique

I modelli numerici impiegati in questo studio comprendono:

- Modello per il calcolo della produzione primaria (aumento della biomassa del fitoplankton grazie alla sua fotosintesi), a partire dai dati di luce solare e di clorofilla, osservati da satellite.
- Modello di produzione secondaria (Fig. 5) che simula il ciclo vitale del krill mediterraneo (*meganyctiphanes norvegica*), preda di base per la catena alimentare di questo mare. Il modello utilizza i dati di corrente del modello OPA ed i dati di produzione primaria.

È stato infine messo a punto un Sistema Informatico Geografico (GIS; Fig. 6) che permette l'acquisizione, archiviazione e analisi dei dati del progetto, in particolare da parte di utenti 'non scientifici', quali enti ambientali, industrie, etc. La base del sistema è il software ArcView® ArcGIS 9.1®, scelto in quanto soluzione "commerciale" più adeguata a trattare la componente di "Sistema Informativo Territoriale" del progetto. Le notevoli potenzialità di ArcGIS comprendono: (1) un interfaccia utente ArcGIS Desktop che rende il GIS *user friendly*; (2) la condivisione, da parte di tutti i prodotti software ArcGIS, delle stesse applicazioni, lo stesso interfaccia utente e concetti operativi. ArcGIS costituisce quindi standard dell'*Information Technology*, possedendo tutte le funzionalità di un sistema informativo territoriale professionale.

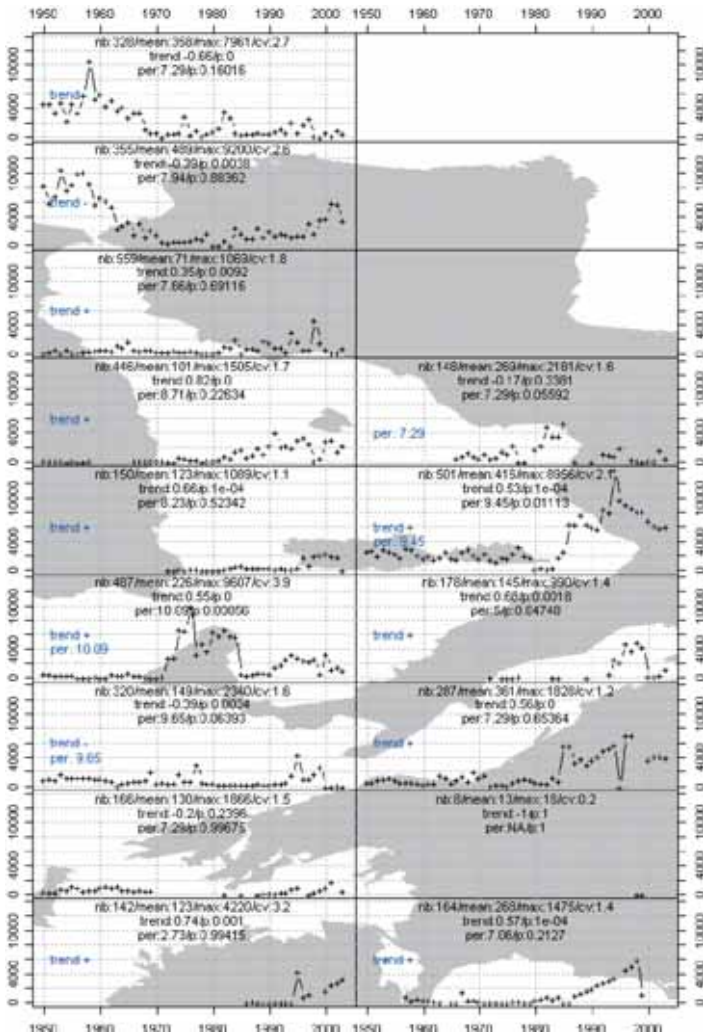


Fig. 2 - Serie temporali storiche ICCAT per il Mediterraneo e analisi statistica. In blu sono evidenziati i casi in cui le tendenze (es.: trend + = aumento catture) e le periodicità (per, in anni) sono risultate statisticamente significative.

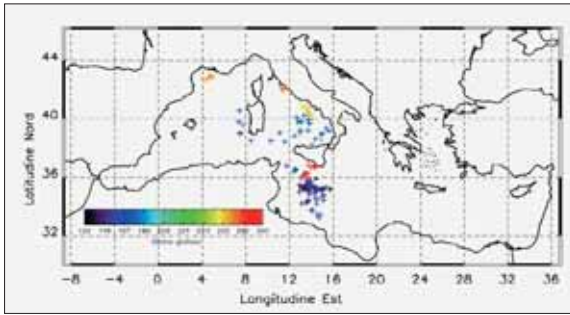


Fig. 3 - Punti di pesca e avvistamento di tonno rosso relativi alle campagne DE.MO.PESCA (2003-2005). I colori indicano il giorno giuliano di ogni punto, come riportato nella legenda dei colori in figura. Si noti come la stagione di pesca sia compresa tra il giorno 129 (8 o 9 Maggio) e il 300 (26 o 27 ottobre).

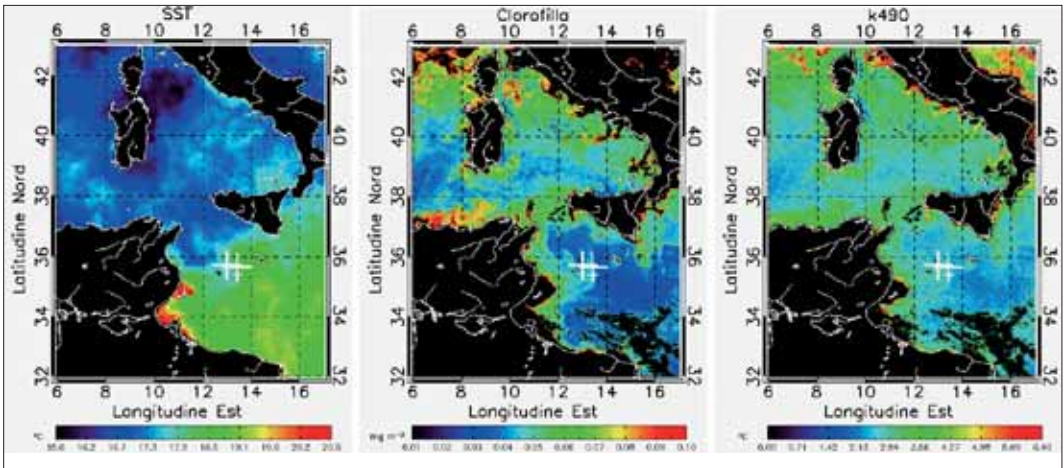


Fig. 4 - Esempi di mappe satellitari giornaliere (temperatura, clorofilla, trasparenza dell'acqua) per la zona di pesca, con sovrapposti i punti di pesca (croci bianche).

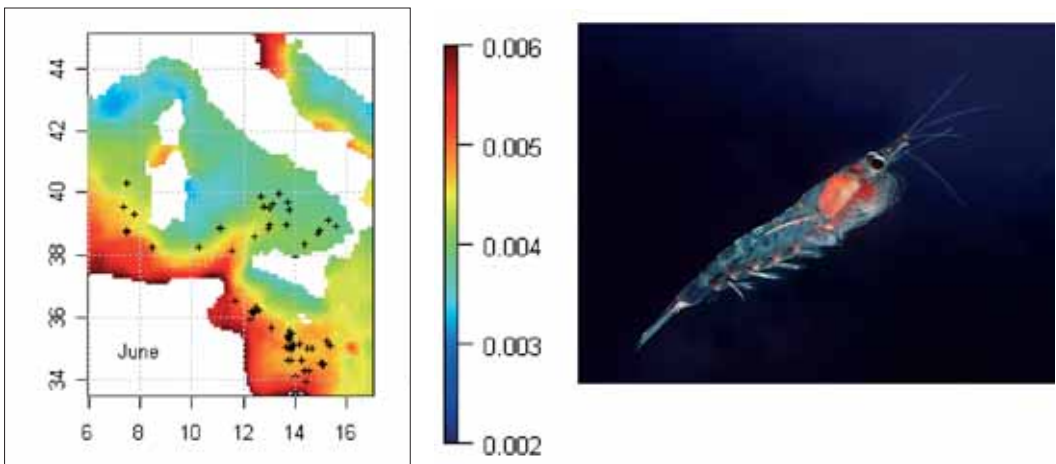


Fig. 5 - Il krill mediterraneo ed il valore medio mensile in giugno (media su vari anni) per la produzione secondaria (simulazione dell'abbondanza di krill; in moli azoto m^{-2}) e punti di pesca.

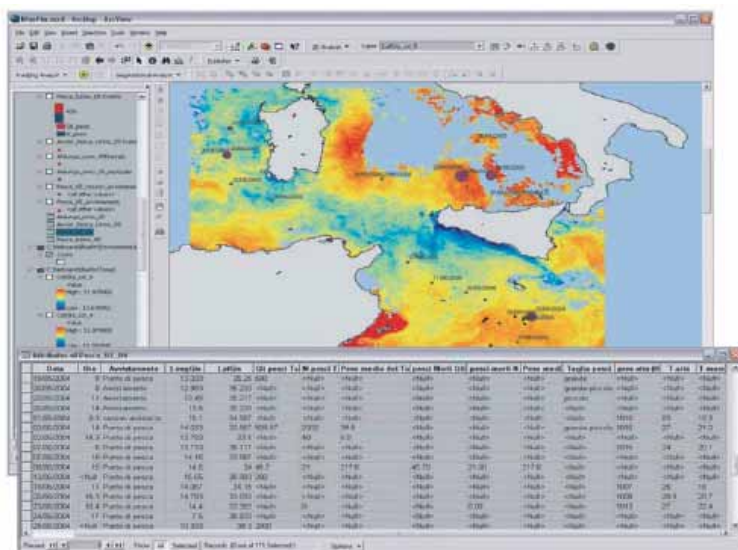


Fig. 6 - Visualizzazione GIS dei punti di pesca sovrapposti alla temperatura superficiale da satellite.

Risultati

Le analisi statistiche delle serie ICCAT (1950-2005) dei dati di cattura hanno rivelato periodicità significative nelle catture di tonno rosso di circa 10 anni (Fig. 2), con ampiezza di alcune migliaia di tonnellate/anno mai evidenziate prima. Ciò implica un possibile cambiamento periodico della dinamica della popolazione a scala più breve dei 20 e 100 anni individuati in precedenza. Le stesse serie temporali indicano inoltre la simultaneità del crollo delle catture da tonnara volante nello Stretto di Sicilia e del loro aumento nei Mari Adriatico Meridionale e Ligure, suggerendo un cambiamento nei pattern migratori del tonno rosso sinora non evidenziato.

L'analisi dei dati satellitari (temperatura e colore del mare; Fig. 3) e di pescato (campagne DE.MO.PESCA s.a.s. 2003-2005) ha fatto la preferenza dei tonni grandi (oltre 150 kg e 2 m di lunghezza) per le acque più calde dello Stretto di Sicilia e del Mar Tirreno Meridionale, in giugno. Questa preferenza rafforza le ipotesi sulla tempistica e le caratteristiche della strategia riproduttiva di questa specie nel Mediterraneo. È stato osservato poi che il tonno rosso evita sistematicamente le acque torbide e/o più ricche di clorofilla, quali quelle delle zone costiere, in accordo con la natura visiva della sua strategia di predazione.

Sono poi stati messi in relazione i punti di pesca con l'ubicazione delle principali strutture frontali di temperatura e di clorofilla, cioè dove si riscontrano i gradienti massimi di questi parametri (Fig. 3). Queste zone sono generalmente più ricche di prede, poiché la dinamica ad esse associata implica una risalita di nutrienti ed un conseguente impulso positivo per la catena alimentare. L'analisi ha evidenziato che i tonni grandi si dispongono sia in prossimità (0-20 km) dei fronti termici che a distanze di 40-60 km, mentre gli individui di taglia piccola sono più sistematicamente pescati o avvistati in prossimità di

essi (0-20 km). Il comportamento duale dei tonni grandi potrebbe essere correlato al loro stato di predazione/nutrizione o di digiuno, quest'ultimo durante la fase riproduttiva. Gli individui piccoli (immaturi) invece si terrebbero vicino ai fronti per nutrirsi.

La simulazione della distribuzione di krill (Fig. 5) mostra che i punti di pesca sono effettivamente ubicati in prossimità delle zone più produttive, tra cui lo Stretto di Sicilia ed il Canale di Sardegna.

Infine è stata avviata l'implementazione di un software GIS (Fig. 6) per la gestione dello stock di tonno rosso. Sono stati progettati e realizzati i geodatabase delle misure in situ, da satellite e dei parametri relativi al pescato. Le analisi effettuate in ambiente GIS, strumento che non richiede conoscenze scientifiche specializzate, hanno ottenuto risultati paragonabili a quanto emerso dall'approccio scientifico classico. Il GIS sviluppato potrà quindi costituire una sorgente di informazioni facilmente accessibili anche per utenti non accademici, quali gli enti preposti al controllo e alla gestione sostenibile delle risorse.

Conclusionione

Il progetto IASP ha evidenziato che la stretta collaborazione tra enti di ricerca e settore commerciale ittico e l'integrazione tra dati di pescato, ambientali e da modello sono requisiti indispensabili per la conoscenza della distribuzione dello stock di tonno rosso, a sua volta elemento fondamentale per la gestione ambientale e commerciale di questa importante risorsa mediterranea. I risultati di questo progetto hanno messo in luce delle correlazioni significative tra pescato e indicatori ambientali. La ricerca sugli indicatori più idonei per una gestione sostenibile della risorsa ittica richiede ancora un notevole sforzo; il fine ultimo dovrebbe essere un sistema di monitoraggio del pescato sistematico ed ad alta automazione. Tale sistema si dovrebbe avvalere della collaborazione continuativa tra istituzioni scientifiche ed il settore commerciale ittico.

RESPONSABILE SCIENTIFICO

Dr.ssa Rosalia Santoleri

ISAC-CNR U.O. di Roma

COLLABORATORI AL PROGRAMMA

Francesco Bignami, Emma D'Acunzo, Cristina Tronconi (ISAC-CNR U.O. di Roma)

Laurent Dubroca, Daniele Iudicone, Maurizio Ribera d'Alcalà

(Stazione Zoologica di Napoli "A. Dohrn")

Antonio Simone, Gennaro Vetrano, Anna Fauci, Debora Valente (Coop. KETOS)

Pasquale Della Monica, Vincenzo Della Monica (DE.MO.PESCA s.a.s.)

Jean-Michel André (Laboratoire d'Océanographie et du Climat:

Expérimentation et Approche Numérique-Parigi, *Francia*

AZIONE PER LO SVILUPPO DELL'ACQUACOLTURA IN CAMPANIA IMPIANTO PILOTA CON TECNOLOGIE INNOVATIVE PER IL CONTROLLO E LA DIFFERENZIAZIONE DEI PROCESSI PRODUTTIVI DI SPECIE ITTICHE MARINE: SISTEMI A CIRCUITO CHIUSO

L'acquacoltura, settore in continua evoluzione, ha lo scopo di produrre per soddisfare la crescente domanda di prodotto che la pesca non può coprire. Lo sviluppo di questo settore è strettamente legato al potenziale ambientale (acqua, seme, superficie e mano d'opera) e alla domanda del mercato. La ricerca scientifica e tecnologica sta lavorando alacremente per amplificare la gamma delle specie allevabili, per migliorare la qualità dei prodotti e per ridurre l'impatto ambientale che le attività produttive possono generare. Le relazioni tra acquacoltura e ambiente sono di estrema importanza, per cui nasce la necessità di una produzione che tenga conto sia della *ecocompatibilità* del processo produttivo utilizzato (capacità di non interferire con gli equilibri naturali), che della sua *ecosostenibilità* (capacità di creare ricchezza senza alterare la rinnovabilità delle risorse biologiche). Una *acquacoltura ecosostenibile* è in grado di procurare benessere economico e sociale, garantendo la preservazione delle risorse e dell'ambiente alle generazioni future.

Il Codice di Condotta per una Pesca Responsabile (pubblicato dalla FAO nel 1995) nell'articolo 9 indica le linee di condotta di un'acquacoltura ecocompatibile ed ecosostenibile. In Italia il 70% delle produzioni ittiche di allevamento proviene da impianti di acquacoltura intensivi, basati sull'allevamento monospecifico di specie di elevato pregio quali spigola e orata. Questa tipologia di allevamento, come gran parte delle produzioni zootecniche intensive, può determinare alterazioni dell'ambiente per introduzione diretta o indiretta, mediante i reflui, di nutrienti, agenti patogeni e nuove specie di organismi nei corpi idrici recettori.

E proprio nella direzione di uno sviluppo ecosostenibile dell'acquacoltura, il CRIAcq ha rivolto la sua attenzione agli impianti a circuito chiuso, progettando e realizzandone uno in cui, al ridotto consumo della risorsa idrica viene affiancato un sistema che consente il totale recupero dei reflui mediante un biodepuratore.

L'impianto pilota a circuito chiuso, installato presso il nostro Centro, è stato progettato in collaborazione con la sezione di Igiene del Dipartimento delle Scienze Biologiche in diversi moduli, ognuno dei quali svolge funzioni specifiche e ha una propria autonomia strutturale e funzionale. L'impianto progettato è una avannotteria e risulta articolato nei seguenti moduli: due per la stabulazione dei riproduttori, una

avannotteria, uno per prove di schiusa e alimentazione larvale, uno per produzione di fito e zooplancton, uno di riproduzione di fitozooplancton, uno di trattamento dei reflui ed uno per allevamento di molluschi.

Descrizione dell'impianto

Moduli a ricircolo per la stabulazione e il condizionamento dei riproduttori

I due moduli utilizzati per la stabulazione dei riproduttori, sono stati realizzati per sperimentazioni su orata (*Sparus aurata*) e spigola (*Dicentrarchus labrax*). Ogni vasca ha un volume netto di 3,5 m³. La depurazione delle acque è effettuata mediante un sistema articolato di filtri meccanici e biologici. I filtri meccanici (filtro a cartuccia e a sabbia) permettono l'eliminazione della frazione di sedimento più grossolano (fino a 60 µm).

La colonna schiumatoio, collegata alla vasca di accumulo mediante pompa sommersa, è in grado di allontanare proteine, albumine e diverse sostanze organiche ed inorganiche grazie al principio della colonna di contatto a riflusso, dove l'acqua da trattare scorre in direzione opposta a quella dell'aria.

Il filtro biologico a percolazione permette l'abbattimento dell'ammoniaca prodotta dai pesci in nitriti, nitrati ed, infine, in azoto gassoso, ad opera di colonie batteriche specifiche che si insediano sul materiale filtrante (bioring). Il modulo a ricircolo è fornito di un impianto elettrico autonomo e di un impianto di monitoraggio collegato ad un computer centrale che rileva nella vasca polmone i seguenti parametri: temperatura, pH, potenziale redox, ossigeno disciolto e percentuale di saturazione. Il gruppo di illuminazione è rappresentato da due lampade fluorescenti con temporizzatore per il fotoperiodismo e copertura ombreggiante. L'acqua è climatizzata grazie all'ausilio di un refrigeratore e sterilizzata mediante lampade UV.

Modulo a ricircolo per il preingrasso

Il modulo a ricircolo per il preingrasso (Fig. 1) è costituito da quattro vasche, ciascuna con capacità unitaria di 1000 litri. Il modulo è completamente autonomo ed è dotato di un proprio impianto elettrico, di un impianto di depurazione delle acque — rappresentato da un sistema articolato di filtri meccanici e biologici come descritto per il modulo di stabulazione dei riproduttori — di lampade fluorescenti per il fotoperiodismo, dello schiumatoio, di un climatizzatore e lampade UV.

Modulo per le prove di schiusa e per l'alimentazione larvale

Il modulo risulta costituito da 10 vasche cilindriche in vetroresina multistrato con fondo conico (Fig. 2), ciascuna con capacità di circa 20 litri. Anche in questo modulo l'acqua, prima di arrivare alle vaschette, subisce un processo di depurazione biologico e meccanico, di refrigerazione e di sterilizzazione.



Fig. 1 - Modulo per il preingrasso.



Fig. 2 - Modulo per le prove di schiusa.

Modulo di allevamento dei molluschi

Il modulo è costituito da quattro vasche, ciascuna con capacità unitaria di 1000 litri. L'acqua delle vasche della molluschicoltura proviene da un serbatoio esterno e non subisce alcun trattamento di depurazione, data la capacità filtrante e depurativa degli stessi organismi allevati. Anche questo modulo è dotato di lampade per il fotoperiodismo, di un refrigeratore e lampade UV.

Modulo per la produzione e la riproduzione del fitozooplankton

Il modulo per la produzione di fito e zooplankton (Fig. 3) in piccoli volumi è costituito da due scaffalature di acciaio inox, che presentano 10 ripiani su cui sono alloggiati contenitori in vetro robusto dalla capacità massima di 10 litri. Il modulo di riproduzione di fitoplankton e zooplankton è costituito da 10 contenitori cilindrici trasparenti in polietilene con maglia di rinforzo plastificata (volume massimo 120 litri), ciascuna con basetta in vetroresina.

L'impianto di illuminazione è rappresentato da lampade fluorescenti fitostimolanti. Mediante una pompa l'acqua viene inviata ad una serie di filtri a cartuccia che presentano una capacità di filtrazione crescente da 60 fino a 1 µm; in successione si trova un impianto di sterilizzazione a raggi UV.



Fig. 3 - Modulo per la produzione di fitozooplankton.

Modulo per il trattamento dei reflui

Le acque di scarico provenienti dalle diverse vasche di allevamento sono convogliate nell'impianto di trattamento dei reflui (Fig. 4), in grado di trattare un carico organico massimo di circa 2 kg al giorno di BOD5. Il modulo è costituito da una serie di vasche in successione, realizzate in vetroresina, ognuna dalle quali svolge una funzione specifica.



Fig. 4 - Modulo per la depurazione dei reflui.

Nella vasca d'equalizzazione, i reflui provenienti dai sedimentatori dei diversi moduli sono sottoposti ad agitazione con velocità variabile e regolabile secondo le esigenze.

Per troppo pieno, il refluo passa alla vasca di sedimentazione e di qui, sempre per troppo pieno, raggiunge la vasca di ossidazione biologica in cui è alloggiato un rotore a biodischi, costituito da pacchi di biodischi in polietilene ad alta densità con superficie particolarmente ruvida per agevolare l'attacco della biomassa filtrante.

Il rotore a biodischi ha un diametro massimo di 700 mm, è immerso per circa il 40% del suo diametro nel liquame da trattare ed ha una velocità di rotazione di circa 2 giri al minuto, variabile e regolabile (MASOTTI, 1987; RAMADORI E TANDOI, 2003). Sui biodischi si è sviluppato uno strato di biomassa dello spessore di 2-3 mm (Fig. 5)

che determina un'ossidazione spinta dell'azoto ammoniacale maggiore dell'85%. L'intera vasca è protetta da una copertura che evita la crescita delle alghe e assicura una buona coibentazione. Mediante pompa il refluo viene immesso in una serie di vaschette riempite con spugne di poliuretano espanso per una ulteriore filtrazione meccanica e biologica. L'effluente, così depurato, passa infine attraverso lampade UV per una definitiva sterilizzazione. Periodicamente, i fanghi accumulatisi nel sedimentatore sono raccolti e smaltiti come previsto dalla normativa vigente.



Fig. 5 - Rotore a biodischi rotanti.

Per verificare la possibilità di recupero dei reflui d'acquacoltura mediante il sistema di depurazione a biodischi, sono state effettuate prove di crescita algale nell'effluente depurato con l'aggiunta delle sole vitamine e, come controllo, nel terreno standard di Walne. Per il test sono state utilizzate microalghe marine (*gen. Tetraselmis. e Isochrysis*).

Per valutare inoltre, la capacità nutrizionale delle microalghe marine, coltivate nella soluzione biotrasformata, è stato condotto un test di crescita di mitili giovanili della specie *galloprovincialis*.

I molluschi sono stati a loro volta utilizzati per l'integrazione dell'alimentazione dei riproduttori di orata.

Tale sperimentazione si inserisce in un programma più vasto del CRIAcq che grazie anche a quest'impianto prevede di affiancare a progetti di ricerca scientifica attività di formazione.

Infatti, il CRIAcq grazie a questo impianto finanziato dal POR-Regione Campania ha potuto:

- essere stabilmente sede di stage di corsi di formazione professionale attraverso convenzioni con istituti scolastici di secondo grado, per corsi professionalizzanti;
- attivare un proprio corso di formazione per 20 tecnici superiori in "Acquacoltura sostenibile";
- svolgere tre cicli di dottorato in "Acquacoltura";
- assegnare 12 tesi sperimentali la cui parte scientifica si è interamente svolta nell'impianto a circuito chiuso;
- essere visitato da oltre 1000 studenti di ogni ordine e grado.

Inoltre, il CRIAcq avendo approvato un regolamento relativo all'utilizzo dell'impianto sta stipulando una convenzione con l'Istituto Zooprofilattico di Roma per la sperimentazione di vaccini su alcune specie ittiche innovative.

Ancora, grazie all'impianto, e, all'esperienza che hanno acquisito alcuni laureati o dottorandi, il CRIAcq ha attivato convenzioni con nuove aziende della nostra regione per uno sviluppo sostenibile e tecnologicamente avanzato dell'acquacoltura in Campania.

In conclusione, anche se il cammino per questa attività ci sembra ancora molto lungo, crediamo che il piccolo contributo dato dal CRIAcq, grazie anche ai fondi POR, abbia incoraggiato giovani a proseguire nella ricerca e a imprenditori ad investire in quello che noi pensiamo uno dei settori strategici per lo sviluppo della nostra regione.

RESPONSABILI DEL PROGETTO

dott.ssa Anna Martello

Centro Interdipartimentale di Ricerche per l'Acquacoltura (CRIAcq)

COLLABORATORI AL PROGRAMMA:

dr.ssa Silvia Buono - dottore di ricerca

dr.Fabio Formisano e dr. Pier Carlino - borsisti

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PILOTA PER LA SPERIMENTAZIONE IN MARICOLTURA OFF-SHORE

Obiettivi del progetto

L'obiettivo del progetto è stato la realizzazione di un impianto che consenta di promuovere:

- la sperimentazione ed il confronto di differenti tipi di strutture per allevamento in mare in zone esposte, ovvero di gabbie sommergibili, di gabbie sommerse a profondità costante e di gabbie di fondale;
- lo studio dei criteri progettuali attraverso rilievo e correlazione delle sollecitazioni sugli elementi strutturali ai valori assunti dai parametri ambientali;
- la sperimentazione di tecniche specifiche e di metodologie di gestione attraverso sviluppo e sperimentazione di apparecchiature specifiche per allevamenti in profondità, quali distributori automatici di mangime e sistemi di controllo dell'ambiente di allevamento;
- la conduzione di fasi sperimentali di allevamento di nuove specie, in particolare di ombrina in gabbia sommersa, di rombo in gabbia sommergibili e di fondale.

Localizzazione dell'impianto

L'impianto in oggetto è stato allestito in uno specchio d'acqua già in concessione gratuita al CRIAcq da parte della Capitaneria di Porto di Castellammare di Stabia per fini sperimentali. Esso è localizzato subito al largo del porticciolo di Marina di Cassano a Piano di Sorrento (NA), ed è delimitato da boe segnaletiche (Fig. 1).



Fig. 1 - Localizzazione dell'impianto sperimentale.

La costa si presenta prevalentemente alta e rocciosa con fondali che degradano rapidamente per cui il sito risulta ido-

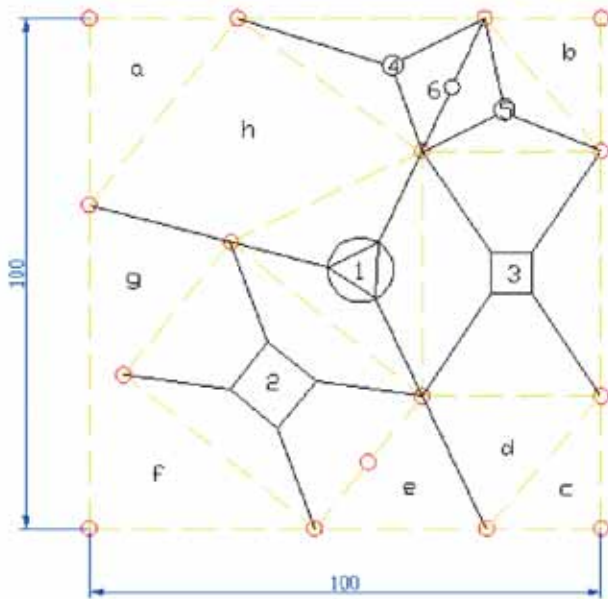


Fig. 2 - Planimetria area di concessione.

di ancoraggio in c. a. di 5 tonnellate che, unitamente a catenarie e a boe sommerse, possono consentire l'installazione di numerose gabbie di allevamento sia di superficie, sia sommergibili oltre ad apparecchiature di servizio e attrezzature di misura. Originariamente sono state realizzate e installate 3 gabbie, una di tipo sommergibile, localizzabile in superficie come a differenti profondità (rif.1), e due sommerse a profondità fissa (rif. 2 e 3) oltre ad una boa di servizio e per alimentazione (rif.6).

Nella planimetria le lettere da a ad h rappresentano ulteriori punti di installazione gabbie.

Successivamente sono state installate altre due gabbie (rif. 4 e 5), di piccole dimensioni, per le prove di allevamento del rombo chiodato. La localizzazione in profondità delle gabbie garantisce una minore esposizione alle avversità meteomarine e una stabilità delle condizioni di allevamento, oltre a rendere possibile l'utilizzazione di tutta la colonna d'acqua disponibile.

Gabbia sommergibile da 1000 m³

La struttura realizzata (Fig. 3) è di tipo misto in quanto realizzata con elementi tubolari di acciaio e tubi di polietilene ad alta densità (HDPE). La struttura triangolare in scatolari di acciaio è stata progettata per sopportare tutte le sollecitazioni dinamiche trasmesse al sistema dall'ambiente e dal sistema di ancoraggio, funge anche da collegamento e da supporto per i tubi di polietilene e assolve inoltre, la funzione di cassa di zavorra variabile. Gli elementi in polietilene formano una corona circolare compo-

neo all'installazione di strutture di allevamento di tipo sommergibili, soprattutto per le profondità che raggiungono i fondali già a poche centinaia di metri dalla costa.

Nella planimetria (Fig. 2) con linea gialla è evidenziata l'area di concessione con una superficie di 10.000 m², mentre in rosso i punti di localizzazione dei blocchi di ancoraggio e in nero le strutture installate.

Caratteristiche funzionali dell'impianto

Le strutture installate consistono in una serie di 15 blocchi



Fig. 3 - Piattaforma sommersibile.

linee di ancoraggio a 120° , ognuna composta da due blocchi di ancoraggio di 5t ciascuno, da una boa sommersa di 1800 dm^3 e da una boa di tensione.

Gabbie sommerse da 380 e 850 m^3

Sono delle gabbie localizzate stabilmente in profondità ad una quota variabile tra i 20 e i 30 metri di profondità in modo da garantire un buon margine di sicurezza relativamente all'impatto delle onde sulle strutture e allo stress che il moto ondoso causa nei pesci. Il sistema di ancoraggio prevede

in ogni caso la possibilità di affioramento della gabbia per le operazioni di manutenzione. La forma è quella di parallelepipedo rettangolo. Le gabbie (Fig. 5) risultano composte da un quadrato superiore in tubolari di polietilene di lunghezza pari a 8 m per la gabbia da 380 m^3 e di 12m per quella da 850 m^3 . L'ancoraggio è stato realizzato mediante funi oblique di collegamento a 4 blocchi di calcestruzzo armato posti ai vertici di un rettangolo di $36 \times 48 \text{ m}$ su un fondale di circa 40m.

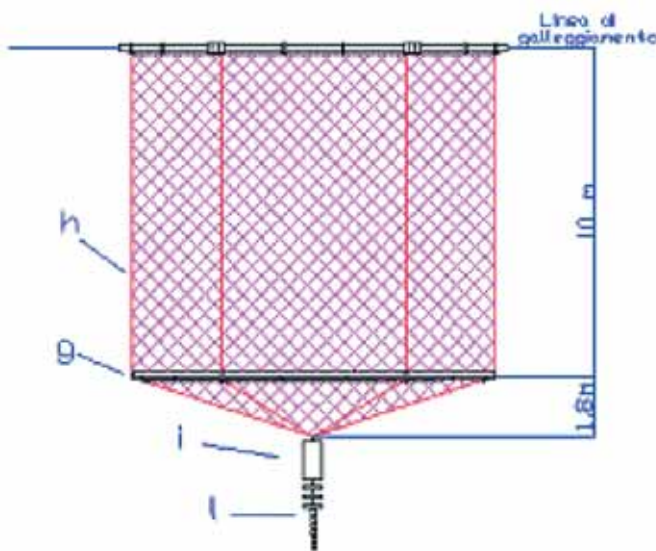


Fig. 4 - Schema costruttivo: g) anello inferiore; h) sacco di rete; i) serbatoio di spinta; j) zavorra.

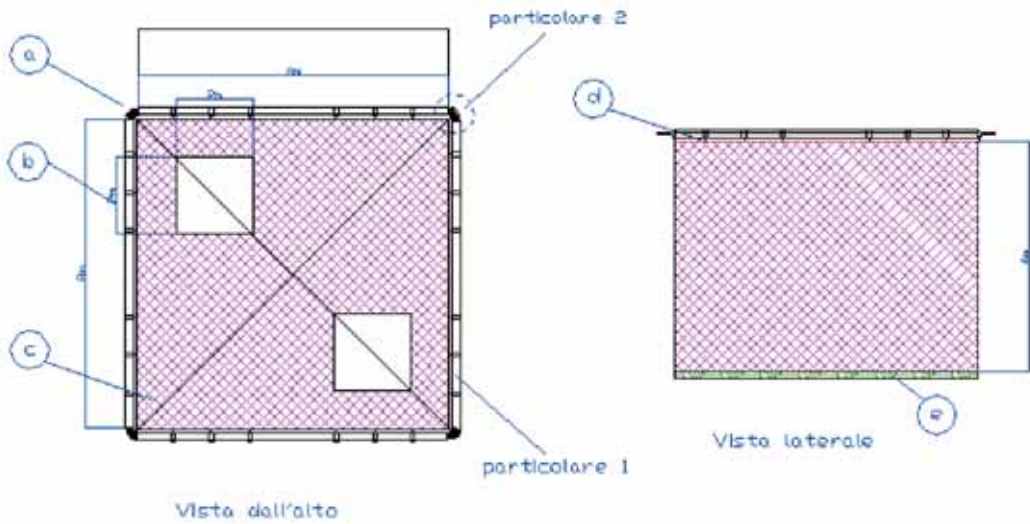


Fig. 5 - Schema costruttivo gabbie sommerse da 380 e 850 m³: a) giunti di collegamento in acciaio; b) tubolari in polietilene; c) sacco di rete; d) corde in polipropilene; e) catena di zavorra.

Boa di servizio e alimentazione

A completare l'impianto è stata installata una boa che prima di ogni altra funzione costituisce un supporto per il montaggio di un sistema fotovoltaico fornitore di energia elettrica e di uno o più sistemi di distribuzione automatica di alimento, nonché può fungere, con i vani ricavati al suo interno, da serbatoio di mangime e deposito materiali.

Sperimentazioni in corso

Presso l'impianto sono state condotte e sono in corso di svolgimento prove sperimentali di allevamento del rombo chiodato (*Psetta maxima*). L'allevamento di questa specie, di rilevante interesse commerciale, ha raggiunto in Europa produzioni superiori alle 5000 t/anno. Esso non viene allevato in Italia per le condizioni climatiche che caratterizzano il nostro paese ed in particolare per i valori termici delle acque costiere troppo alti per la specie.

Il rombo richiede temperature dell'acqua di 14-18°C e comunque inferiori ai 20°C, mentre valori appena superiori possono essere sopportati per brevi periodi, condizioni queste che in Italia è difficile garantire nel periodo estivo sia in mare, sia negli impianti a terra. Per tale motivo i tentativi di allevamento effettuati da aziende di maricoltura in diverse regioni d'Italia hanno dato risultati negativi inducendo le aziende ad abbandonare la sperimentazione. Un'analisi delle condizioni termiche del mare lungo le nostre coste evidenzia la possibilità di sviluppare l'allevamento con impiego di gabbie sommerse in acque profonde, dove è possibile trovare livelli termici favorevoli.

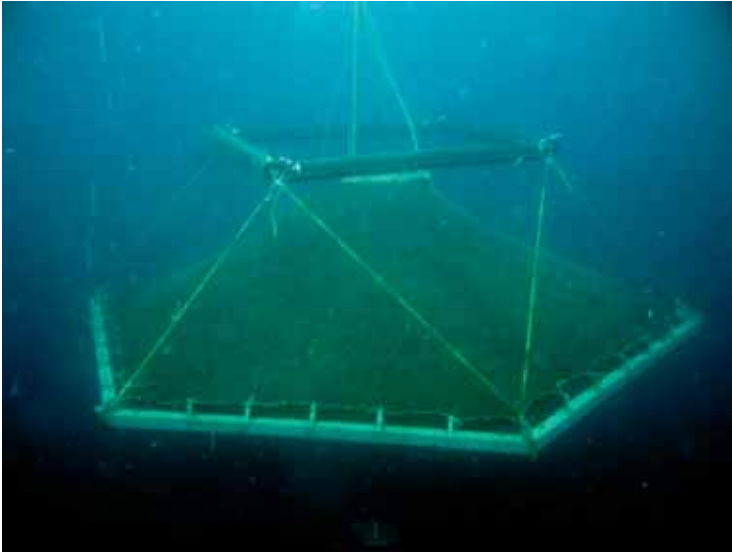


Fig. 6 - Gabbia sommersibile.

Cicli di allevamento attuati

Sono stati avviati 2 cicli di allevamento con impiego di gabbie di differente tipologia costruttiva ma entrambe con sistema di installazione che consente la localizzazione della struttura alle varie quote fra i 10 e i 45m di profondità in relazione alla temperatura dell'acqua nelle diverse fasi stagionali (Fig. 6).

Il primo ciclo di allevamento ha visto l'importazione nel marzo del 2004 di avannotti, acquistati della *France Turbot*. Gli avannotti, con peso medio di 20 g, sono stati trasportati dagli impianti francesi della Bretagna via aerea con la tecnica di "trasporto a secco" e, dopo un periodo di acclimatazione di circa 75 gg in vasche termostattizzate presso il Dip. di Ingegneria Agraria e Agronomia del Territorio, dell'Università di Napoli, sono stati trasferiti in mare il 15 giugno al peso medio si circa 60 g. In Fig. 7 è riportata la fotografia dei rombi prima del trasferimento a mare, con peso medio di 60 g mentre, nella Fig. 8 sono riportati gli stessi soggetti ad una taglia che potrebbe considerarsi finale di 1.100 - 1400 g a 400 giorni.



Fig. 7 - Avannotti 1° ciclo.



Fig. 8 - Esemplare di circa 1400 g a 400 giorni.

Risultati

Le strutture impiantistiche (gabbie, sistema di ancoraggio e di localizzazione in profondità) realizzate e sperimentate hanno risposto pienamente dimostrando la validità del sistema.

L'accrescimento registrato con il primo ciclo di allevamento rappresenta un dato fortemente incoraggiante (circa 1Kg di peso in un anno). Nelle continue ispezioni in profondità, la massa allevata non ha mai manifestato comportamenti associabili a condizioni di stress, buona la pigmentazione, favorita dalla lontananza all'esposizione diretta dei raggi solari.

Lo scopo della sperimentazione era quello di verificare la possibilità di introduzione dell'allevamento del rombo in mediterraneo e i risultati, anche se ottenuti con strutture di dimensioni ridotte e su piccole quantità, hanno dimostrato la possibilità di sviluppare tale allevamento lungo le nostre coste attraverso la realizzazione di adatte strutture impiantistiche. I risultati hanno destato l'interesse di numerosi produttori italiani, peraltro il passaggio dalla fase sperimentale a quella produttiva richiede la progettazione di gabbie e dispositivi di alimentazione adeguate alle dimensioni degli attuali sistemi produttivi e la definizione di specifici protocolli di allevamento.

Conclusioni

L'impianto realizzato per la sua versatilità si presta all'instaurazione di sperimentazioni di vario tipo per cui accanto alla ricerca universitaria, condizionata peraltro dalla disponibilità di risorse finanziarie, è auspicabile una collaborazione del settore imprenditoriale perché possano instaurarsi attività sperimentali con la partecipazione di produttori per dare risultati trasferibili direttamente alla fase di produzione.

RESPONSABILE SCIENTIFICO:

Prof. Lucio Barone

Centro Interdipartimentale di Ricerche per l'Acquacoltura (CRIacq)

COLLABORATORI AL PROGRAMMA

Dott. Salvatore Faugno - co-responsabile scientifico

Dott. Giampaolo Paolillo - dottorando

“GAIA” INNOVAZIONE E TECNOLOGIA NELLA FILIERA ITTICA

La zona costiera è l'ambito marino che ha risentito maggiormente della pressione delle attività antropiche. Un rilancio della pesca, soprattutto artigianale, basato su uno “sfruttamento sostenibile” delle risorse, che tenga conto degli aspetti culturali oltre quelli produttivi, dovrebbe passare attraverso una seria attività di caratterizzazione ambientale della fascia costiera ed, in prospettiva, attraverso la normalizzazione delle fonti d'inquinamento e di degrado maggiormente impattanti. A livello internazionale questa necessità si concretizza nelle attività e gli indirizzi della *ICZM (Integrated Coastal Zone Management)* “Gestione Integrata della Fascia Costiera”.

Questa premessa per significare che finalità ultima del progetto è stata, da subito, quella di dotare una struttura iscritta all'anagrafe nazionale della ricerca ed aderente ad una delle principali centrali cooperative del settore pesca (Lega Pesca) di un'imbarcazione specificatamente progettata, e corredata, di un sistema integrato di attrezzature ad alto contenuto tecnologico in grado di intervenire ad ampio spettro nell'ambito di studi e monitoraggi il cui obiettivo è la ricerca della conoscenza, del recupero e la preservazione dell'ambiente in cui le risorse alieutiche vivono.

È evidente che altri obiettivi perseguibili devono essere la crescita e lo sviluppo di un rapporto organico tra gli enti scientifici istituzionalmente preposti ai monitoraggi indicati e le strutture produttive e di supporto della filiera ittica e non solo, con gli obiettivi del miglioramento delle produzioni, delle condizioni di lavoro e della diversificazione delle attività.

La realizzazione dell'imbarcazione attrezzata consente di dotare la cooperativa Ketos di quella strumentazione necessaria a migliorare la propria operatività nei settori di attività nei quali già svolge il proprio ruolo e di mettere a disposizione delle imprese della filiera e di tutti coloro che a vario titolo operano sul “pianeta mare”, il supporto logistico tecnico - scientifico e progettuale di cui la pesca campana oggi è carente.

Descrizione dell'Innovazione Tecnologica ed Organizzativa

Il progetto è stato ispirato dall'intervento della programmazione degli S.F.O.P. – P.O.R. Campania 2000-2006 e dalla convinzione che il miglior modo di affrontare le sfide della gestione delle risorse naturali è quello che consente di abbracciare in modo

organico ed integrato (discipline, metodologie e tecnologie), differenti punti di vista inserendo l'elemento di "innovazione culturale" oltre che tecnico-metodologico che consideriamo un valore aggiunto irrinunciabile.

Il proposito è quello di cercare di comprendere con tecniche ed approcci sistemici (fisico, chimico e biologico, non tralasciando gli aspetti socio-culturale ed economico) l'ampia "rete" delle problematiche ambientali della fascia costiera; fare ciò, non solo come tecnici impegnati nel campo delle scienze del mare applicate ma anche con la veste di consumatori, produttori, imprenditori e cittadini rappresenterebbe il raggiungimento degli obiettivi.

La traduzione di quanto espresso si è concretizzato, per la Cooperativa Ketos con il supporto di Lega Pesca, nella realizzazione di un natante progettato in collaborazione con il cantiere "Cheetah Marine Catamarans" (Isle of Wight – UK) come mezzo nautico (carrellabile!) specificatamente dedicato ad operare in ambiente marino costiero, lagunare e nelle acque interne e dotato di uno *spread* di strumenti ed attrezzi tecnologicamente avanzati per la caratterizzazione sistemica di questi habitat dotando il comparto campano della pesca e non solo di un flessibile mezzo da destinare allo studio della colonna d'acqua, dei sedimenti e del biota.

Contesto di Attuazione e Condizioni di Applicazione Dell'Innovazione

L'attività della UE sulle Reti Ecologiche Marine, nasce dalla Convenzione sulla Biodiversità prodotta durante il vertice di Rio de Janeiro nel 1992. Altri riferimenti sono la "Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy (PEBLDS)", l'*United Nations Environment Programme (UNEP)*, il Consiglio d'Europa e l'*European Union for Coastal Conservation (EUCC)*. Le priorità da affrontate risultano essere lo sviluppo ed l'implementazione della Rete Ecologica Europea Costiera e Marina (ECMEN) come elemento fondamentale della Rete Ecologica Pan-Europea, un approccio integrato all'uso del suolo e del mare attraverso strumenti di gestione propri della zona costiera, l'elaborazione di un Codice Costiero di Buona Condotta.

Dai fattori d'origine antropica derivano effetti di disturbo nei confronti delle "azioni vitali" degli organismi marini e sulla stabilità degli habitat/ecosistemi. Tra i più evidenti bisogna citare: il traffico marittimo, le perdite accidentali dei materiali trasportati, il rilascio di contaminanti, l'abbandono di rifiuti, le aree e le metodologie di pesca, gli impianti di acquacoltura, le aree contaminate e quelle di scarico, le piattaforme petrolifere, le condotte sottomarine, le portualità, le foci di corsi d'acqua inquinati, l'urbanizzazione e l'infrastrutturazione della costa, attività militari.

Nello specifico la costa campana si svolge per una lunghezza complessiva di 479 Km di cui il 53,24% come costa alta ed il 46,76% come costa bassa. Tra i comuni capoluogo emerge che la massima densità di popolazione si registra nell'area Napoletana

con 8.699 abitanti per km², questo dato assume un altro significato se si considera che limitatamente alla fascia costiera il primato resta con oltre 3500 abitanti per km².

Questi semplici dati unitamente alla presenza lungo le coste della nostra regione di altri “fattori di disturbo” danno una chiara per quanto ancora superficiale immagine del contesto in cui il progetto vede la propria attuazione. È da rilevare come siano pochissime le imbarcazioni iscritte ai registri navi minori e galleggianti degli Uffici Marittimi della regione specificatamente dedicate ai “Servizi Speciali”, sia da un punto di vista normativo, che nel merito dei termini di sicurezza della navigazione e di disponibilità della necessaria strumentazione tecnica a bordo per lo svolgimento di campagne di rilevamento strumentale e campionamento in ambiente acquatico.

Il progetto “GAIA” ha rappresentato uno spunto innovativo normativo e culturale (imbarcazioni formalmente abilitate a svolgere determinate operazioni in mare) nonché tecnologico in tema di politiche ambientali e nel settore delle scienze del mare applicate e può rappresentare una traccia utile per l'analisi dei vincoli da rimuovere per una maggiore diffusione tecnologica nei vari settori di riferimento ed intervento.

Tanto premesso, e tenuto conto che un recente studio dell'APAT “*Tutela della connettività ecologica degli habitat marini e costieri: una proposta per l'organizzazione e la gestione dei dati*” ha individuato nell'ambiente marino: Secche e bassofondali, Ambienti pelagici (offshore) – aree santuario, *Canyon* sottomarini; nell'ambiente marino costiero: Praterie di *Posidonia* e di altre fanerogame, Arcipelaghi, isole, canali e stretti; nell'ambiente costiero: Dune e litorali sabbiosi, Falesie e coste rocciose, Grotte marine; nell'ambiente costiero interno: Aree umide costiere, i domini presenti sul territorio e sui quali l'applicazione dell'innovazione dovrebbe beneficiare di condizioni favorevoli. Si evince come la disponibilità d'informazioni e dati di supporto è indispensabile nell'impostazione di un argomento scarsamente esplorato - ed apparentemente poco definito - quale quello delle reti ecologiche marine e più in generale nello studio dell'organizzazione ecologica del “paesaggio marino”.

“GAIA” a pochi mesi dal varo si è resa efficacemente funzionale nella caratterizzazione di habitat come le praterie di *Posidonia oceanica* a supporto un'ipotesi di posa di barriere antistrascico o nelle fasi preliminare di studi atti alle dinamiche di erosione costiera (Fig. 1).

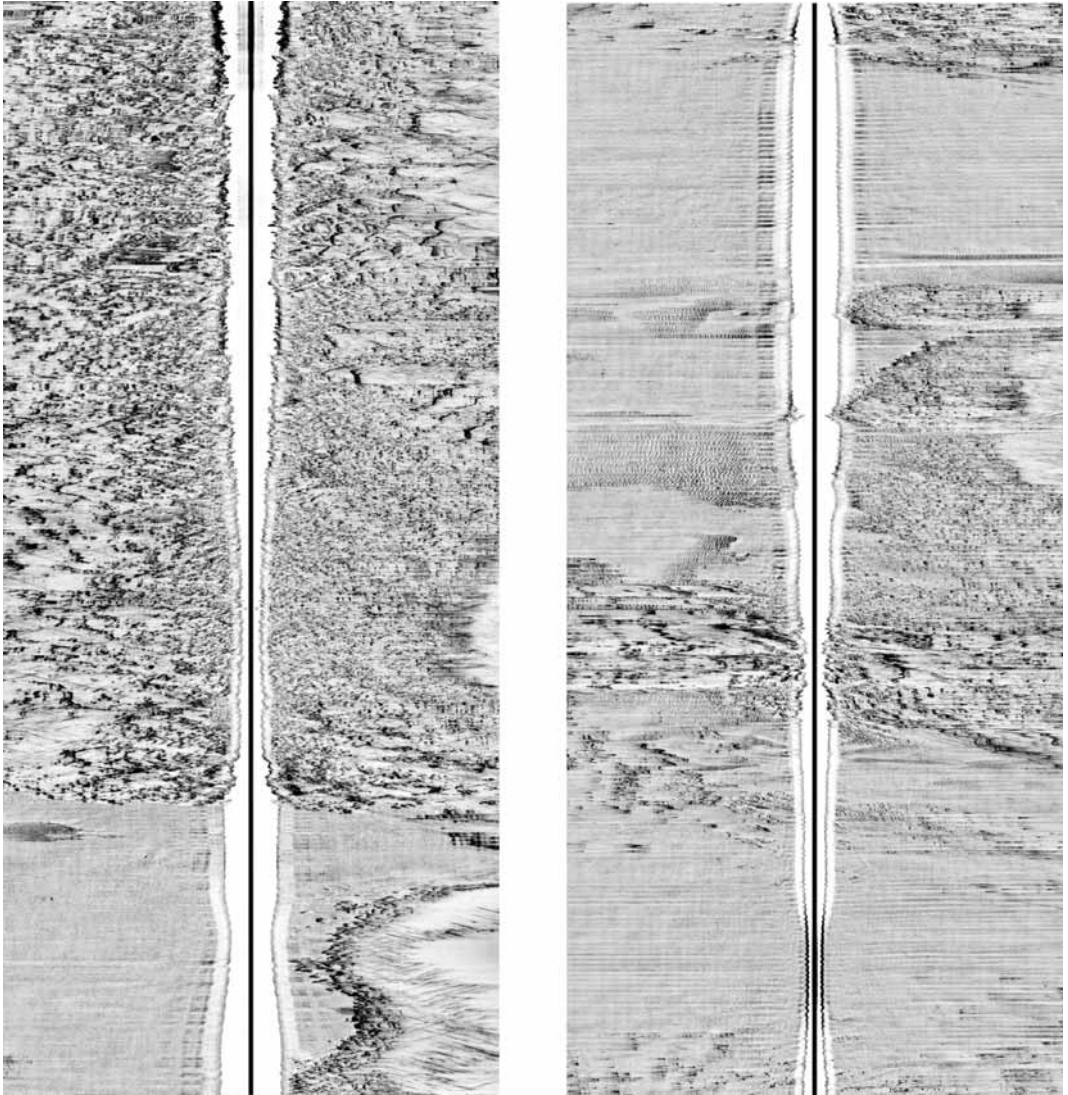


Fig. 1 - Sonogrammi del Sonar CMAX-CM2 in dotazione all'imbarcazione "GAIA" (a sx. esempio di "Facies acustica" in presenza di *Posidonia oceanica* con in basso l'evidenza di una scogliera artificiale – a dx "Facies acustica" di fondali sabbiosi con *ripple marks* e *Posidonia oceanica*) - Rilevamenti effettuati con l'imbarcazione "GAIA" sulle coste della Provincia di Salerno

Una vasta letteratura dimostra come alla scomparsa della *Posidonia* sono frequentemente associati fenomeni di erosione costiera. Sicuramente le praterie svolgono un ruolo fondamentale nell'edificazione e nella protezione dei litorali, di cui garantiscono la stabilità, riparandoli dalle correnti e dall'energia del moto ondoso. È stato sti-

mato che la regressione di un solo metro di prateria possa portare alla perdita di 15÷18 metri di litorale sabbioso. Altro elemento distintivo e di rilievo sono gli elementi geomorfologici posti poco al di sotto della superficie marina. Lungo costa sono sostanzialmente riconducibili a depositi incoerenti (melmosi, sabbiosi o ciottolosi) e prendono generalmente il nome di secche; scogliere, quando costituiti da formazioni rocciose. Più al largo, in genere, le elevazioni del fondale, specie se di estese dimensioni, sono riconducibili ad alti strutturali del substrato geologico. Nel tirreno frequenti e particolari, si riscontrano alti batimetrici legati ad edifici vulcanici di differenti forme e dimensioni.

Il golfo di Napoli è ricco di banchi e secche. Le principali sono:

Banco di Bocca Grande (-140 m) e *Banco delle Vedove* (-150 m), rispettivamente a W e SW di Capri, *Banco di Nisida* (-72 m), a S di Nisida, *Banco di Ischia* (-26 m), circa 1 miglio ad est di P.ta S. Pancrazio (I. di Ischia – NA), *Secca di Penta Palummo* (-42 m).

Pur in mancanza di studi specifici, è certo che banchi e secche, caratterizzati da morfologie e elementi geologici ed idrodinamici vari e differenziati, presentano una forte varietà di forme vegetali ed animali ad esse associate. L'elevata biodiversità di questi ambienti è nota ed intensamente sfruttata dalle attività di pesca. È evidente allora il ruolo, articolato ed ancora inesplorato, dal punto di vista della rete ecologica.

Anche in relazione alla caratterizzazione di questi ambienti, l'innovazione introdotta attraverso il progetto pilota in questione garantisce una capacità di intervento tecnico-logistico di elevata affidabilità ed accuratezza anche grazie alla possibilità di georeferenziare in automatico il dato acquisito attraverso l'interfaccia con il sistema di Navigazione (Reson PDS2000) e Posizionamento (DGPS Wide Area Omnistar Fugro).

Alcuni lineamenti morfo-batimetrici dell'ambiente marino possono assumere particolare significato per le implicazioni ecologiche. È il caso dei canyon sottomarini incisi nella piattaforma continentale dove l'estremità superiore del canyon è vicina alla costa, quella inferiore raggiunge il fondo del mare.

Anche da questo punto di vista la morfobatimetria del nostro golfo è di particolare interesse con i Canyon Dohrn e Magnaghi che dal margine esterno della piattaforma continentale (-150 m) degradano in corrispondenza di Bocca Grande fino agli oltre 1000 m di profondità della piana abissale, drenando la piattaforma continentale stessa a sud del Golfo di Pozzuoli (Fig. 2). Essi possono rappresentare un particolare tipo di corridoio marino-costiero non ancora studiato. Numerosi studi hanno posto in evidenza la notevole frequentazione di fondali fortemente acclivi da parte dei cetacei.

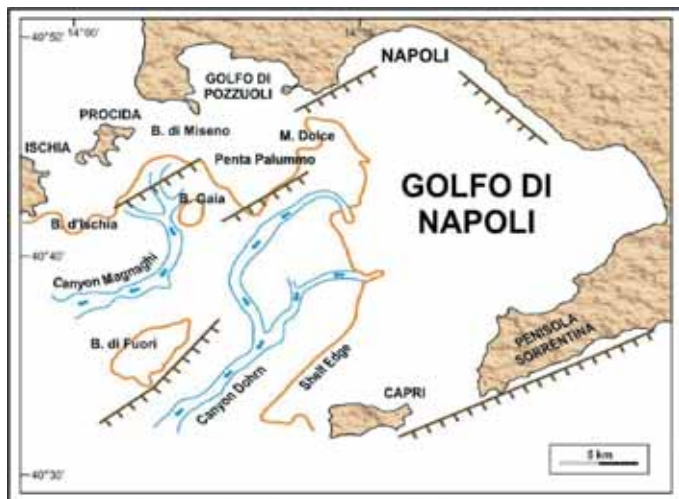


Fig. 2 - Mappa tettonica e fisiografica del Golfo di Napoli
 Allegato al Paragrafo: Carta Batimetrica "Rada di Bagnoli"
 (A3 -contouring a colori)
 Rilevamenti effettuati con l'imbarcazione "GAIA" ed il SBES Reson Navisound 215 nell'autunno del 2005.

RESPONSABILE DEL PROGETTO

Dr. Antonio Simone

Ketos soc. coop. - Pesca, Ricerca e Ambiente

COLLABORATORI AL PROGETTO

Geom. Francesco Saggiomo - direttore tecnico

Alessandro Rignani

“Diversificazione produttiva”

IMPIANTO SPERIMENTALE PER LA VALORIZZAZIONE
MARICOLTURALE DI SPECIE MARINE MEDITERRANEE:
SOGLIOLA (*Solea Solea*); CAPPASANTA (*Pecten jacobaeus*) E
OSTRICA PIATTA (*Ostrea edulis*);
MAZZANCOLLA MEDITERRANEA (*Penaeus Keraturus*)
MODELLO PRODUTTIVO PER LO SFRUTTAMENTO
SOSTENIBILE ED ECOCOMPATIBILE DELLE RISORSE
ACQUICOLE CAMPANE

L'acquacoltura, intesa come pratica zootecnica derivante dall'iniziativa privata, segue logiche di profitto che non sempre sono rispettose delle logiche di conservazione degli ecosistemi naturali. L'introduzione di specie alloctone in acquacoltura, per ragioni soprattutto di performances produttive, può costituire un fattore di elevato rischio per gli ambienti acquatici interessati. Un esempio di tipica introduzione invasiva è stato operato con la Vongola filippina, *Tapes philippinarum*, la quale, a distanza di circa 20 anni dalla sua introduzione nel Mare Adriatico, sta sostituendo progressivamente la vongola autoctona, *Tapes decussatus*.

Lo stesso potrebbe accadere ad altre specie autoctone quali l'*Ostrea edulis* (Ostrica piatta), il *Pecten Jacobaeus* (Cappasanta), il *Penaeus kerathurus* (Gamberone imperiale o mazzancolla) che sono minacciate dall'introduzione nelle pratiche di allevamento di specie affini alloctone quali la *Crassostrea gigas* (Ostrica del Pacifico), il *Pecten maximus* (Scafarca gigante) e il *Penaeus japonicus* (Mazzancolla giapponese).

Esperienze passate hanno evidenziato la scarsa capacità di adattamento alle condizioni di cattività delle specie mediterranee che, unitamente alla lentezza di accrescimento, hanno contribuito all'abbandono di propositi di produzione. Probabilmente tali specie necessitano di ulteriori studi in relazione alle esigenze fisiologiche ed ai comportamenti che, in condizioni innaturali di cattività, contribuiscono a determinare stress negli animali con la conseguenza che l'allevamento risulta difficile e tanto più la riproduzione. Con l'obiettivo di studiare gli effetti dei fattori di stress sulla fisiologia adattativa e riproduttiva delle specie autoctone mediterranee, il CRIAcq, nell'ambito dei finanziamenti POR Campania Misura 4.23 sott. 6, Decr. Dir. Reg. n. 5/115-117-118 del 26 giugno 2002, ha acquisito tre impianti pilota sperimentali a circuito chiuso. Tali impianti sono stati posizionati in un'area in comodato d'uso, concessa al Polo delle Scienze e Tecnologie per la Vita, dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, per le esigenze del Centro

Interdipartimentale di Ricerche per l'Acquacoltura (CRIAcq) e ubicata in via Dei Carrari 27 a Salerno.

Con questa iniziativa il CRIAcq ha inteso rafforzare l'impegno profuso nel raggiungimento di due dei suoi principali obiettivi: a) l'individuazione di procedure ecocompatibili ed ecosostenibili in acquacoltura e b) la valorizzazione maricolturale di specie marine mediterranee. Il raggiungimento degli obiettivi proposti, inoltre, può offrire i presupposti necessari per l'avvio di campagne di ripopolamento delle specie autoctone soggette a notevole pressione di pesca, permettendo di intervenire in maniera significativa sulla gestione delle risorse marine autoctone e di tutelare maggiormente la biodiversità mediterranea.

A) Impianto sperimentale per la valorizzazione maricolturale di specie marine mediterranee: Sogliola (*Solea Solea*). Modello produttivo per lo sfruttamento sostenibile ed ecocompatibile delle risorse acquicole campane.

Tale impianto consentirà di individuare un protocollo di adattamento e condizionamento per i riproduttori di sogliola (*Solea solea*). Esso è composto dai seguenti moduli.

Modulo per la stabulazione dei riproduttori, costituito da 1 vasca circolare in vetroresina dal volume di 15 m³ (Fig. 1). Essa è munita di mangiatoia automatica, lampada a mercurio per la stimolazione riproduttori, di 2 serbatoi con cestello per la raccolta delle uova in PVC con finestrate ricoperte da una rete in nylon con maglia da 300 micron e di sistema regolabile del livello dell'acqua.

Il sistema di filtrazione (Fig. 2) è costituito da un filtro meccanico a tamburo con pompa assiale per il controlavaggio, filtro a cartuccia per acqua di lavaggio con manometro e collettore di scarico in PVC. La vasca di accumulo, rettangolare da 3 m³, è



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

munita di schiumatoio e di 4 lampade ad UV. Il sistema è completato da un cilindro denitrificatore a risalita d'acqua con supporto filtrante di tipo misto e da un sistema di refrigerazione.

Modulo per l'allevamento larvale - avannotteria

costituito da 4 vasche in vetroresina autopulente (Fig. 3), con volume operativo di 1 m³, munite di mangiatoie centrifughe per distribuzione automatica di mangime, sistema di aerazione e sistema di filtrazione (vasca di accumulo di circa 2 m³ contenente materiale filtrante candele e spugne), schiumatoio in PVC, filtro meccanico a cartuccia, 2 lampade UV e filtro biologico a percolazione di 0,4 m³ munito di vortice di aerazione a sfere filtranti. Il modulo è completato da un refrigeratore.

B) “Impianto sperimentale per la valorizzazione maricoltura di specie marine mediterranee: Cappasanta (*Pecten jacobaeus*), Ostrica piatta (*Ostrea edulis*). Modello produttivo per lo sfruttamento sostenibile ed ecocompatibile delle risorse acquicole campane.”

L'utilizzo di tale impianto consentirà di individuare le migliori condizioni per l'adattamento e la riproduzione delle specie autoctone *Pecten jacobaeus* e *Ostrea edulis*.

Esso è composto da:

Modulo per la stabulazione dei riproduttori costituito da 2 vasche in vetroresina da 0,5 m³ con filtrazione biologica indipendente; n. 2 vasche in vetroresina da 0,5 m³



Fig. 4



Fig. 5

concatenate tramite filtro biologico e meccanico e corredate di lampade UV e di sistema di refrigerazione dell'acqua (Fig. 4); 1 vasca in vetroresina da 0,5 m³ con filtrazione biologica, munita di sistema automatico di alimentazione con 8 cestelli.

Modulo per l'alimentazione larvale (n. 2) costituito da 1 vasca di accumulo rettangolare di 2,2 m di lunghezza, con paratia centrale (zona inferiore) e da una vasca di alimentazione, rettangolare, con 4 cassette interne rivestite con maglia da 700 micron, ciascuna munita di filtro biologico a percolazione, lampade UV e riscaldatore (Fig. 5).

C) “Impianto Sperimentale per la valorizzazione maricoltura di specie marine mediterranee: Mazzancolla Mediterranea (*Penaeus Keraturus*)”.

Questo impianto consentirà di indagare sulle difficoltà di adattamento ad ambienti confinati e condizionati di gamberi adulti di specie mediterranee, quali *Penaeus kerathurus* o mazzancolla imperiale, al fine di ridurre lo stress ambientale sugli adulti maturi e permetterne la riproduzione naturale e/o indotta. Si esplorerà la combinazione dei vari fattori ambientali che influenzano la fisiologia ed il comportamento riproduttivo di questa specie (temperatura, salinità, pH, intensità luminosa, spettro dei colori, fase lunare, alimentazione) per ottimizzare la stabulazione e permettere ai gamberi posti negli acquari sperimentali il raggiungimento della maturità sessuale e l'applicazione di protocolli di riproduzione.

L'impianto è così composto:

Vasca di stabulazione riproduttori in vetroresina da 7,5 m³ di volume operativo, munita di sistema di filtrazione biologica a letto di sabbia corallina, con anelli di tubi corrugati posti sul fondo per il drenaggio dell'acqua filtrata (Fig. 6). Due pompe, una sommersa e un'altra esterna, assicurano una adeguata circolazione dell'acqua nel sistema filtrante. La vasca è corredata di una lampada a mercurio per la stimolazione riproduttori.



Fig. 6

per la stimolazione riproduttori.

Sistema per la raccolta delle uova costituita da due vasche tronco-coniche in PVC (diam. 500 mm, altezza 500 mm), con finestre alla base; sulle finestre è applicata rete in nylon con maglia da 300 micron.

Sistema per la larvicoltura costituito da 2 vasche circolari in vetroresina (2 m³), munita di sistema di scarico e carico acqua, di sistema di aerazione, di filtro biologico a

percolazione e di lampade UV per la sterilizzazione dell'acqua marina circolante.

Sistema per il preingrasso costituito da 2 vasche rettangolari da 3 m³ con sistema di carico e scarico acqua, filtri biologici a percolazione di 300 l, diviso in setti, filtri meccanici a cartuccia e sistema di aerazione (Fig. 7).

Tutti e tre gli impianti sono serviti dai seguenti settori comuni:

1) **area tecnica** costituita da 3 gruppi elettrogeni da 26 kW ad avviamento elettrico e dotati di allarmi; circuito idrico per la distribuzione dell'acqua di mare di riserva realizzato in PVC atossico; circuito di distribuzione dell'aria, realizzato in PVC atossico, costituito da una condotta principale e derivazioni per le singole vasche di allevamento e per i biofiltri.



Fig. 7

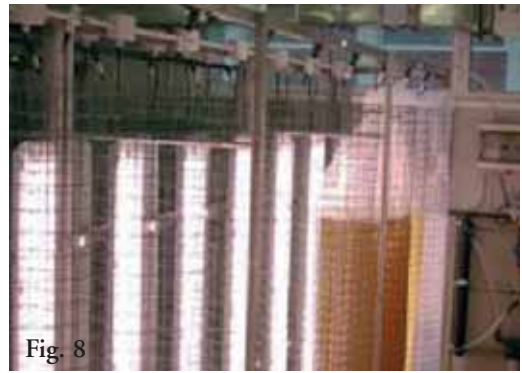


Fig. 8

2) **settore fito-zooplankton** costituito da 28 unità porta buste da 400 litri, scaffale attrezzato per beute e fiasche, lampade a luce fredda a doppia lunghezza d'onda, condotta di aerazione, sistema di riscaldamento, sistemi di filtrazione e sterilizzazione acqua di mare (Fig. 8).

RESPONSABILE SCIENTIFICO

Prof. Aldo Bordi

Centro Interdipartimentale di Ricerche per l'Acquacoltura (CRIAcq)

COLLABORATORI AL PROGRAMMA:

dr. Giovanni Sansone - co-responsabile scientifico

dr. Piero Masulli - ricercatore

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PILOTA PER LO STUDIO DELL'INFLUENZA DELLE TECNICHE DI ALLEVAMENTO E DELLE CARATTERISTICHE DELLE DIETE SULLE PERFORMANCE ZOOTECNICHE, SUL TASSO DI SOPRAVVIVENZA E SULLA QUALITÀ DELLE CARNI DI SPECIE ITTICHE PREGIATE DI NUOVA INTRODUZIONE

Obiettivi

L'obiettivo generale della ricerca è stato quello di individuare tecniche di allevamento e piani alimentari ottimali per la sogliola in grado di permetterne l'allevamento su larga scala in modo da far entrare questa specie nell'elenco dei pesci marini che concorrono a determinare la produzione dell'acquacoltura nazionale e a ridurre le importazioni di specie pregiate dall'estero.

Le indagini, iniziate nel novembre del 2004, hanno previsto la realizzazione di un impianto di acquacoltura a ricircolo, situato nel dipartimento di Scienze Zootecniche e Ispezione degli Alimenti, dove sono state condotte le seguenti prove:

- confronto di diverse densità di allevamento delle post-larve di *Solea solea*; al fine di individuare quella ideale;
- confronto durante lo svezzamento, mediante la pratica del *co-feeding*, di microdiete complete inerti sperimentali e del commercio apportanti differenti quantità di acidi grassi essenziali, con particolare riferimento al rapporto DHA/EPA;
- studio di due mangimi caratterizzati da diverso rapporto DHA/EPA nella fase di post-svezzamento;
- studio di due mangimi caratterizzati da diverso rapporto proteine/lipidi nella fase di ingrasso della sogliola.

Principali caratteristiche dell'impianto

L'impianto ha un volume complessivo di 15.000 litri ed è composto da due moduli separati

Il primo è costituito da vasche di allevamento (12 di 160 litri ciascuna), vasche di stoccaggio/quarantena (3 di 900 litri ciascuna), vasche per prove sperimentali di digeribilità/escrezione (12 vasche suddivise in 4 triplette dotate ciascuna di singolo sedimentatore), filtro biologico e da tutti gli accessori necessari per un corretto funzionamento (Figg. 1 e 2)

Il secondo modulo è costituito da vasche autopulenti cilindriche a fondo conico (12 di 250 litri ciascuna), filtro biologico e da tutti gli accessori necessari per un corretto funzionamento (Fig. 3)



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

Prove effettuate

Prova di svezzamento: tasso di sopravvivenza e performance zootecniche in funzione della densità di allevamento e del rapporto DHA/EPA della microdieta;

In questa prova sono state valutate 2 diverse densità di allevamento (250 e 500 ind/mq) e due diete isolipidiche, caratterizzate da differenti rapporti di DHA/EPA. È stata attuata la pratica del *co-feeding*, che ha previsto la contemporanea somministrazione di Artemia e di una microdieta inerte, con progressiva sostituzione fino alla completa eliminazione dello zooplancton in favore dell'alimento microgranulare. La sperimentazione è stata effettuata su 12 vasche dell'impianto in cui la temperatura dell'ac-

qua è stata mantenuta a 18 °C. Dalla partita di post-larve di 35 giorni dopo la schiusa, sono stati preselezionati ed utilizzati 1440 individui, esenti da malformazioni anatomiche e di pigmentazione.

Fino all'inizio della prova sperimentale, le giovani sogliole erano state alimentate con naupli di artemia arricchiti. Il giorno successivo ha avuto luogo la ripartizione delle post-larve nelle vasche sperimentali, avvenuta in modo tale da realizzare 2 diverse densità di allevamento (250 e 500 ind/mq) e due gruppi in cui il trattamento alimentare prevedesse due microdiete caratterizzate da differenti rapporti di DHA/EPA. L'esperimento prevedeva due fasi alimentari distinte: Co-feeding (della durata di 30 giorni) e di post-svezzamento (della durata di 10 giorni).

I soggetti di ciascuna vasca sono stati pesati all'inizio della prova (35 giorni di età), alla fine del periodo di co-feeding (65 giorni di età) ed alla fine dell'esperimento (75 giorni di età) in modo da poter calcolare l'incremento ponderale nel corso dell'intera prova. Quotidianamente, invece, è stata registrata la mortalità in ciascuna vasca. Infine, sempre a cadenza giornaliera, sono stati monitorati i principali parametri di qualità dell'acqua: temperatura, ossigeno disciolto e salinità. L'ammoniaca, i nitriti e i nitrati, invece, sono stati determinati ogni 3 giorni.

Nella prima parte, fase di co-feeding (35-65 d), ad un elevatissimo tasso di sopravvivenza medio (> del 96%) si è accompagnato un ottimo incremento ponderale avendo mediamente le post-larve quadruplicato il peso passando dai 60 mg iniziali ai circa 270 mg.

La densità iniziale di allevamento ha modificato sensibilmente le prestazioni ponderali realizzate dalle post-larve al termine del co-feeding ($P < 0.05$) e nell'intero periodo. La diversa composizione acidica dei mangimi, invece, non ha influenzato le prestazioni ponderali al termine del *co-feeding* e nell'intero periodo. Il piano sperimentale non ha avuto effetti significativi sul tasso di sopravvivenza al termine del periodo di co-feeding.

Da segnalare come alla sospensione della somministrazione dell'alimento vivo abbia fatto seguito una interruzione dell'incremento ponderale, indice del non completo adattamento delle post larve all'alimentazione con microdiete inerti che ha interessato tutti i soggetti in prova indipendentemente dal trattamento. Anche il tasso di sopravvivenza dei soggetti, nella fase di post-svezzamento, ha fatto registrare un decremento, mantenendosi comunque su valori accettabili.

Prova di accrescimento-ingrasso: *Performance zootecniche in funzione della densità e del rapporto proteinelipidi della dieta*

Con la presente ricerca si è voluto verificare in via preliminare l'adattamento della sogliola nella fase di ingrasso ad un impianto di vasche a ricircolo e, successivamente, valutarne la risposta, in termini di performance zootecniche, a differenti densità di alle-

vamento. Inoltre, ci è sembrato opportuno studiare l'influenza di un diverso rapporto proteine/lipidi della dieta sulle performance zootecniche.

A tale scopo sono state utilizzate 250 sogliole di circa 30 grammi, distribuite in 12 vasche sperimentali, secondo uno schema fattoriale 2 (mangimi: A e B) x 2 (densità: 77 e 45 ind/m² corrispondenti al 40% e 25% di copertura della superficie della vasca) con 3 repliche per trattamento.

Tab. 1 - Caratteristiche dei mangimi utilizzati.

	Mangimi	
	A	B
Proteine grezze (%)	50	54
Lipidi totali (%)	21	18
Ceneri (%)	10	8.7
Energia lorda (Mj/Kg.TQ)	21.84	21.77

Tab. 2 - Performance registrate.

	Densità		Mangime	
	77 ind/m ²	45 ind/m ²	B	A
N. Repliche	6	6	6	6
Alim./ Peso vivo medio (%)	1.3	1.3	1.3	1.3
Peso ind. iniziale (g)	29.8	31.5	30.8	30.5
peso ind. Finale (g)	35.1b	38.6a	38.4a	35.4b
incremento (g)	5.3b	7.1a	7.6A	4.8B
incremento/peso iniziale (%)	17.8b	22.5a	24.6A	15.8B
TAS	0.5	0.6	0.6	0.4
ICA	3.2b	2.4a	2.1A	3.5B

I rilievi ponderali sono stati effettuati per gruppo di pesci (vasca) ogni 15 giorni. Nel corso della prova la temperatura dell'acqua è stata mediamente di 17 °C.

I risultati ottenuti (tabella 2), anche se parziali in quanto limitati ad un breve periodo di prova, e per questo da considerare preliminari, permettono comunque di fare alcune considerazioni:

- a. le sogliole hanno dimostrato un buon adattamento al sistema a ricircolo e alle vasche anche in assenza di fondo sabbioso. Al riguardo, nel periodo considerato, non sono stati riscontrati casi di mortalità o comportamenti anomali riconducibili

ad una condizione patologica o di stress. Inoltre, hanno evidenziato una buona resistenza a concentrazioni elevate di ammoniaca totale (1.45 p.p.m.) e di nitriti (1.52 p.p.m.) che si sono verificate per brevi periodi in corrispondenza degli incrementi della quantità di alimento somministrato, a cui ha fatto seguito, tra l'altro, un lento adeguamento del potere ossidante del biofiltro;

- b. la densità di allevamento ha influenzato le performance zootecniche delle sogliole, confermando i risultati di ricerche di altri autori condotte sulla stessa specie, ma in stadi di sviluppo più precoci. Anche durante la fase di ingrasso sembra essere limitante per l'accrescimento della sogliola lo spazio a sua disposizione in vasca;
- c. la diversa composizione chimica dei mangimi testati sembra influenzare le performance zootecniche delle sogliole. Il maggior apporto proteico del mangime B e il minor contenuto in grassi si sono tradotti, infatti, in un maggior accrescimento dei soggetti;
- d. questi primi risultati, seppure parziali, sembrano attestare la necessità di mantenere elevati apporti proteici (> 50%) nelle diete destinate alle sogliole in accrescimento. Questo aspetto va verificato anche in funzione della composizione corporea, che sarà effettuata sui soggetti a fine prova, con particolare riferimento al contenuto lipidico e alla composizione acidica del grasso.

Sulla base dei dati ottenuti dalle ricerche condotte con questo progetto si può concludere che per avviare un sistema di allevamento intensivo di tipo commerciale tre sono gli aspetti ancora da definire con maggiore chiarezza:

- 1) il passaggio dall'alimentazione mista (co-feeding) a quella con microdiete inerti che deve avvenire senza aumento della mortalità e possibilmente in tempi più brevi per non aggravare troppo i costi di produzione;
- 2) la giusta densità di allevamento, sia per ottimizzare le prestazioni produttive, sia per sfruttare al meglio le strutture aziendali;
- 3) la composizione delle diete, sia per soddisfare le esigenze nutritive, sia per migliorare le caratteristiche delle carni che si vogliono ottenere.

RESPONSABILE SCIENTIFICO

Prof. Antonino Nizza

Dip. Di Scienze Zootecniche e Ispezione degli Alimenti, Università "Federico II"

Via F. Delpino, 1 – 80137, Napoli

COLLABORATORI AL PROGRAMMA

Dottor Giovanni Piccolo - ricercatore DISCIZIA

Dottori Elisa Badini, Stefania Marono e Francesco Morra - borsisti

STUDIO DELLA BIOLOGIA DEL POLICHETE (CLAPARÈDE)
LUMBRINERIS IMPATIENS
NEL GOLFO DI NAPOLI AL FINE DELLA GESTIONE
DELLA RISORSA COME ESCA

Nel Golfo di Napoli viene da 25 anni raccolta e commercializzata la cosiddetta “esca rossa” o “arenicola napoletana”, corrispondente al polichete *Lumbrineris (Scoletoma) impatiens* (Claparède 1868) (Lumbrineridae), la cui pesca locale ai fini commerciali è documentata da Lo Bianco già dal 1909. Per l'alto valore commerciale di questo polichete è stato finanziato dalla Regione Campania (P.O.R. 2000-2006 fondi SFOP, misura 43 sottomisura 6) uno studio pilota finalizzato a definire la biologia dell'esca rossa, al fine anche di migliorarne la raccolta e la gestione come risorsa, essendo infatti le conoscenze biologiche su questa specie molto carenti.

La ricerca, iniziata ad ottobre 2003, è stata svolta presso il Laboratorio di Ecologia del Benthos di Ischia della Stazione Zoologica “Anton Dohrn” di Napoli. Lo studio ha visto la collaborazione attiva ed essenziale della Cooperativa di pescatori e raccoglitori di molluschi di Torre Annunziata (Napoli), unico soggetto che raccoglie questo polichete a fini commerciali.

Il maggiore interesse commerciale dei policheti è dovuto principalmente al loro utilizzo come esche nella pesca sportiva e più di recente come cibo per pesci e crostacei negli impianti di acquicoltura o come biorimediazioni di acque reflue.

La raccolta dei vermi come esca è un'attività molto antica, relativamente ben documentata, ma quantificata solo in pochi casi, principalmente per le coste nord americane, per l'Asia orientale e per il nord Europa. La pesca, praticata attraverso l'uso di esche, sia essa dilettantistica che sportiva, è ormai una realtà che influisce sia a livello sociale che economico. In Italia il giro di affari del commercio dei vermi marini da esca è attualmente dell'ordine di centinaia di milioni di euro e fa ricorso prioritariamente a prodotto proveniente dall'estero.

Da diverso tempo in Italia si raccolgono a livello locale diverse specie di policheti da utilizzare quali esche per la pesca sportiva. Lo sfruttamento di questi organismi nel nostro paese avviene esclusivamente tramite raccolta su popolazioni naturali, ad opera di pescatori specializzati, spesso organizzati in cooperative, e che operano in ambienti lagunari in cui sono spesso presenti popolazioni monospecifiche cospicue. Tuttavia, le informazioni sulla dinamica di popolazione nelle zone di sfruttamento commerciale e sulla reale entità del prelievo della grande maggioranza delle specie di policheti sono ancora più carenti in quanto vi è una scarsa attenzione alla problematica.

Le indagini, iniziate a ottobre 2003, hanno riguardato lo studio della biologia di *Lumbrineris (Scoletoma) impatiens* allo scopo di definire i diversi aspetti del ciclo e della storia vitale e di migliorarne la gestione quale risorsa come esca. Lo studio ha previsto sia un'intensa attività di campo che di laboratorio finalizzate a chiarire i seguenti problemi:

- a) Distribuzione di *L. impatiens* nel Golfo di Napoli e altre aree limitrofe, per valutare la presenza di popolazioni in zone differenti da quelle attualmente sfruttate;
- b) Analisi allometriche e demografia della popolazione di *L. impatiens* nell'area di prelievo commerciale, per definirne la dinamica di popolazione;
- c) Studio del ciclo vitale, attraverso l'analisi dello stato gonadico e riproduttivo degli animali e lo studio dello sviluppo larvale;
- d) Elaborazione statistica dei dati biometrici e demografici finalizzati alla ricostruzione della dinamica di popolazione e alla identificazione delle coorti e valutazione dell'età della popolazione e delle sue curve di crescita;
- e) Analisi del contenuto stomacale della popolazione nell'area di prelievo, per la definizione della dieta reale della specie in rapporto anche alla taglia degli animali;
- f) Costruzione di un impianto sperimentale a ciclo chiuso, per l'allevamento delle larve e di impianti in vasca a ciclo chiuso ed aperto, per il mantenimento degli adulti e, per la programmazione di esperimenti in parallelo;
- g) Analisi del mercato internazionale, nazionale e locale dei policheti da esca e dell'esca rossa in particolare, per aumentare le potenzialità commerciali della risorsa in ambito locale e nazionale.

L. (Scoletoma) impatiens, è considerata una specie a distribuzione cosmopolita in acque temperate e tropicali. La specie vive comunemente infossata su substrati sabbiosi, fango-sabbiosi e detritici dove scava gallerie temporanee. Gli individui raccolti a profondità oltre i 10-20 metri presentano dimensioni modeste, di solito intorno a qualche centimetro di lunghezza e qualche millimetro di larghezza; gli esemplari a bassa profondità presentano dimensioni notevolmente superiori (fino a 40 cm di lunghezza e diversi millimetri di larghezza). Le notevoli dimensioni della specie erano già state messe in evidenza da alcuni studiosi, proprio in esemplari raccolti nel Golfo di Napoli e conservati nel Museo della Stazione Zoologica di Napoli.

Il polichete si presenta di un colore rosaceo iridescente da cui ne deriva anche il nome "esca rossa", con una segmentazione del corpo (metameria) molto pronunciata. Il segmento cefalico (prostomio) è di forma conica ed è privo di occhi (Fig. 1), lungo i parapodi (espansioni laterali per la locomozione) sono presenti solo setole incappucciate a uncino semplici e capillari arcuate.



Fig. 1a - Esemplare adulto di femmina di *Lumbrineris impatiens* (esca rossa)

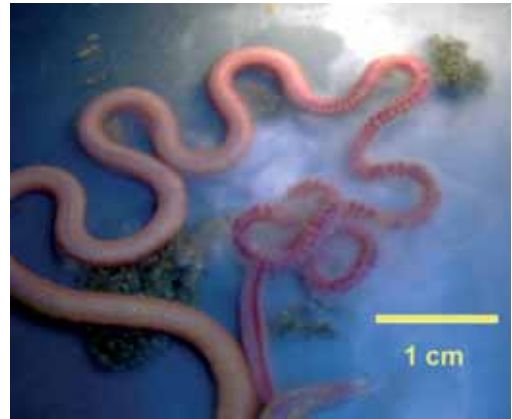


Fig. 1b - Esemplare di maschio maturo di *Lumbrineris impatiens* (esca rossa) che rilascia spontaneamente spermatozoi in acqua.

Allo scopo di studiare la biologia riproduttiva e lo sviluppo larvale della specie, e di testare soluzioni adeguate per l'allevamento, il mantenimento e la crescita di vermi adulti, nonché poter effettuare sperimentazione in parallelo è stato realizzato un sistema di allevamento a ciclo chiuso (Fig. 2), ed uno a ciclo aperto in piccola scala.



Fig. 2 - Sistema di allevamento a ciclo chiuso dell'esca rossa messo a punto per il programma presso il laboratorio di Ecologia del benthos della Stazione Zoologica di Napoli

Il sistema a ciclo chiuso è costituito da 4 linee autonome disposte verticalmente, ognuna composta da 4 vasche da 14 litri. L'acqua di ogni linea passa attraverso un filtro esterno; sotto lo strato di sabbia fine è stata disposta una piastra forata per garantire l'ossigenazione della stessa. Ciascuna linea è collegata ad un serbatoio in cui un riscaldatore-termostato regola la temperatura dell'acqua in circolazione, per cui è possibile regolare autonomamente la temperatura, somministrare una specifica dieta, o testare l'effetto di determinate tipologie di sedimento. Prove di mantenimento e crescita sono effettuate anche a ciclo aperto ed a scala più grande in vasche di vetro resina di circa 400 litri di volume lordo, all'interno delle quali sono posizionate 2 vaschette riempite per metà con sedimento costituito da sabbia fine. L'acqua di mare è lasciata scorrere di continuo per permettere sia l'ossigenazione che il ricambio. In ogni vaschetta venivano immessi all'incirca 20 individui immaturi, in modo da ottenere un rapporto di 1 animale/3,6 litri di acqua e 1 animale/ 0,5 litri di sabbia. In entrambi i sistemi, gli animali venivano alimentati 2 volte a settimana con cibo secco per acquacoltura (Floating food pellets, Goldfish & Koi).

Il prelievo degli animali per gli allevamenti e per lo studio della biologia riproduttiva e dinamica di popolazione è stato effettuato, in collaborazione con i pescatori di Torre Annunziata, nella zona immediatamente adiacente al porticciolo di Torre Annunziata stessa, tra la foce del fiume Sarno e il porto stesso, ad una profondità di 2-3 m circa.

Dai risultati ottenuti durante lo studio pilota emergono alcune considerazioni generali che permettono di definire nel dettaglio le caratteristiche biologiche ed ecologiche di *Lumbrineris impatiens* nel Golfo di Napoli ed in particolare nella zona ove la specie è commercialmente sfruttata.

- La specie presenta una chiara predilezione per gli ambienti sabbiosi superficiali da 1 a 4 m di profondità, soprattutto in prossimità di scogli, massi o barriere artificiali sommerse.
- La zona di maggiore abbondanza della specie si conferma quella tra il porto di Torre Annunziata e la foce del fiume Sarno, probabilmente anche in relazione al forte apporto organico del fiume stesso, nonché a sistemi di "pastura" messi in opera dai pescatori stessi per il più facile approvvigionamento del verme.
- La specie è gonocorica, cioè a sessi separati; la struttura dello spermatozoo maturo è di tipo ect-aquasperm ed è tipica delle specie a fecondazione esterna. La dimensione massima delle uova mature è di 250 µm.
- Maschi e femmine maturi sono stati osservati a partire da febbraio-marzo; le femmine ovigere mostrano un picco di abbondanza a marzo ed una successiva drastica riduzione, soprattutto nei mesi estivi; a novembre si individuano di nuovo femmine ovigere.

- La specie è caratterizzata, quindi, da riproduzione stagionale, nel periodo invernale, con un'ampia finestra tra gennaio e aprile in cui avviene l'emissione dei prodotti sessuali. Il periodo invernale di riproduzione coincide con una minore pressione della raccolta da parte dei pescatori per le peggiori condizioni meteorologiche.
- Lo sviluppo larvale, che è caratterizzato da 3 fasi pelagiche, in cui la larva si nutre (planctotrofica), e 1 fase bentonica, si completa in circa 15 giorni. Lo sviluppo larvale nella nostra zona di studio è anticipato di circa 1 settimana rispetto al Mediterraneo nord-occidentale ove è stato descritto per la prima volta da Cazaux nel 1972.
- La fase di accrescimento che va dalla post-larva (fig.3) bentonica all'adulto di taglia minima osservato nei nostri campioni non è stata ancora studiata per oggettive difficoltà di sopravvivenza delle post-larve in condizioni di laboratorio. In rapporto alla crescita delle prime fasi bentoniche e post-larvali si può solo presumere che tale crescita sia piuttosto lenta e richieda almeno un anno.



Fig. 3 - Post-larva di *Lumbrineris impatiens* di 17 giorni (lunghezza 0,5 mm).

- La struttura di popolazione è complessa; la dinamica di popolazione è coerente con l'andamento riproduttivo della specie. È stato possibile identificare fino ad un massimo di 4 coorti (gruppi di taglia corrispondenti a gruppi di età), il reclutamento non è stato individuato (poiché sfugge al campionamento), mentre la coorte di

taglia più elevata è rappresentata da sporadici individui. Questo andamento è influenzato sia dal metodo di campionamento che sottostima le taglie più piccole, sia dalla pressione di “predazione” della specie da parte dei pescatori, che seleziona invece le taglie più elevate.

- L'analisi trofica mette in evidenza che la specie è erbivora-detritivora, e almeno nella zona di studio predilige alimenti di tipo vegetale. Non si riscontrano differenze significative nell'alimentazione fra le diverse taglie, e nei quattro periodi considerati, ad eccezione dei mesi di maggio e agosto tra loro.
- Gli impianti pilota di mantenimento e crescita in vasca messi a punto nell'ambito del programma, in sistema chiuso ed aperto e su piccola-media scala, mettono in evidenza tassi di sopravvivenza molto elevati (oltre il 90%) e mortalità trascurabile, se le condizioni vengono mantenute controllate, se vi è sufficiente sedimento sul fondo, ossigenazione e ricambio dell'acqua e una densità non eccessiva di animali (in rapporto di almeno 1 verme/1 litro di acqua e 1 verme/0,5 litri di sabbia). La maggior parte degli animali è rimasta in vasca in buone condizioni da 8 mesi a quasi 2 anni.
- L'analisi del mercato delle esche sia a livello internazionale che nazionale mette in evidenza come l'esca rossa risulta l'esca di provenienza nazionale maggiormente richiesta e venduta in Campania. Il dato cambia se si analizzano le preferenze dei pescatori includendo anche le esche di importazione. In questo quadro il prodotto maggiormente venduto a livello nazionale è l'esca coreana (*Perineris vancaurica* e *P. aibuhitensis*), seguita dall'esca americana (*Glycera dibranchiata*) e infine dall'esca rossa. L'analisi mette in evidenza come spesso la domanda di esca superi di gran lunga l'offerta suggerendo potenzialità di sviluppo del mercato incoraggianti.

I risultati ottenuti da questo studio pilota erano finalizzati, oltre che alla conoscenza della biologia di questa specie, anche alla possibile messa a punto di eventuali procedure di allevamento intensivo in vasca. Questo al fine di ridurre lo sforzo di pesca, diminuire la pressione selettiva sulla popolazione naturale, poter attingere alla risorsa anche in periodi sfavorevoli alla raccolta degli animali (es. in inverno), ed anche poter migliorare le condizioni di raccolta da parte dei pescatori stessi offrendo una alternativa ugualmente redditizia rispetto alla raccolta *in situ*.

Sulla base dei dati ad oggi ottenuti da questo progetto pilota si fa presente che, al fine dello sviluppo di un sistema di allevamento intensivo, si registrano alcuni aspetti ancora lacunosi e problemi importanti:

- la variabilità dei tassi di fecondazione delle uova, dipendenti probabilmente dalla disponibilità (“viabilità”) delle uova stesse alla fecondazione;
- l'elevata mortalità larvale in laboratorio, specialmente degli stadi larvali più avanzati e di quelli post-insediamento sul fondo;

- la mancanza di osservazioni sulla fase di crescita da post-larva bentonica a giovane adulto;
- la crescita relativamente lenta, che si ipotizza in base ai tempi di crescita post-larvale ed anche in base all'analisi di dinamica di popolazione, per cui la maggior parte degli individui raggiunge una taglia "commerciabile" in non meno di due anni circa.
- Di questo tipo di aspetti e problematiche si dovrà tenere conto per eventuali sviluppi futuri di carattere più applicativo di questo studio e per la eventuale ottimizzazione di impianti di allevamento a media-larga scala.

RESPONSABILI DEL PROGETTO:

Maria Cristina Gambi e Valerio Zupo

Laboratorio di Ecologia del Benthos Stazione Zoologica "A. Dohrn" di Napoli,
P.ta S. Pietro, 80077 Ischia (Na)

COLLABORATORI AL PROGRAMMA:

Patrizia Messina - ricercatore

Maria Di Filippo e Francesco Saggiomo - tecnici

Gennaro Piro - studente laureando

Cooperativa "Pescatori subacquei e raccoglitori di molluschi di Torre Annunziata" -
personale e logistica per campionamento e approvvigionamento del materiale
Cooperativa "Ketos" (Napoli): indagine di mercato e divulgazione dei risultati

REALIZZAZIONE DI UN LABORATORIO PILOTA PER LA SPERIMENTAZIONE E LA DIVULGAZIONE DI TECNOLOGIE INNOVATIVE PER IL RECUPERO DI SPECIE AUTOCTONE DA IMPIEGARE IN ATTIVITA' DI ALLEVAMENTO

Introduzione

Il gambero d'acqua dolce (foto 1) è da tempo oggetto di studio da parte di numerosi organismi pubblici e privati di molti paesi tanto da rappresentare per alcuni di essi una delle principali voci di finanziamento e di reddito economico. Il gambero di acqua dolce fin dai tempi più remoti è stato oggetto di pesca intensa ed indiscriminata. Esso, infatti, ha fatto parte (e tuttora lo è in molte nazioni e Regioni) dell'alimentazione ordinaria, entrando soltanto di recente nel novero delle pietanze più prestigiose e ricercate. La sua pesca (laddove permessa) ha presentato e presenta tutt'oggi due aspetti: uno ricreativo, ed uno professionale – commerciale, ne è un valido esempio la Turchia che,



Foto 1 - Il gambero d'acqua dolce.

con le sue vaste risorse lacustri naturali, trae dalla pesca e dal commercio dei crostacei d'acqua dolce, una delle maggiori fonti di guadagno nel settore dell'acquacoltura.

Il gambero d'acqua dolce, un tempo particolarmente abbondante nei corsi d'acqua italiani, per molteplici cause naturali ed artificiali, oggi rappresenta una vera e propria rarità. Nonostante ciò in alcune zone il gambero si è salvato e mantenuto. In altre si è avuta una naturale ricomparsa di questi animali che, avendo superato bene o male tutte le traversie, lentamente stanno ricolonizzando le antiche aree. Per riportare celermente i gamberi nel loro ambiente, è necessario però attuare uno specifico ripopolamento, perché attendere che ciò avvenga naturalmente risulterebbe troppo lungo e insoddisfacente. Inoltre, questi crostacei ed in particolare gli astacidi raggiungono un prezzo di mercato elevato grazie alle loro qualità gastronomiche ed alla elevata richiesta da parte dei consumatori. I gamberi di acqua dolce sono infatti considerati un cibo di lusso in molti paesi europei, inclusa l'Italia. È per questo che l'attuazione di un razionale allevamento di gamberi di acqua dolce costituirebbe un'ottima opportunità d'investimento.

La volontà di ricostituire popolazioni di gambero autoctono europeo, siano esse di *Austropotamobius pallipes* (il gambero autoctono italiano) o di *Astacus astacus* (o gambero nobile che con il primo è la seconda specie autoctona europea e italiana) ha visto un crescente interesse da parte di molti Enti pubblici, determinando una elevata richiesta di stadi giovanili da impiegare in piani di ripopolamento e popolamento. Sulla base di precisi studi su questo argomento si è visto che è possibile riprodurre questi crostacei, e per far ciò diviene preminente l'esigenza di creare uno o più centri di riproduzione artificiale e di allevamento per crostacei d'acqua dolce.

La realizzazione di una moderna astacicoltura permetterebbe, infatti, di incentivare questa produzione creando una valida e sicura alternativa all'acquacoltura tradizionale, ciò anche in considerazione dell'effettiva richiesta di mercato per un prodotto peculiare e attualmente poco o per nulla disponibile.

A tutt'oggi in Italia esistono solo alcuni impianti privati di astacicoltura che allevano essenzialmente il *Cherax* o gambero australiano. Per quanto riguarda il centro e il sud dell'Italia, il "Laboratorio Pilota per la sperimentazione e divulgazione di tecnologie innovative per le specie di interesse commerciale di nuova introduzione nel campo dell'allevamento", con sede in Pietraroja, rappresenta l'unico centro per sperimentazione di tecnologie innovative di allevamento del gambero di acqua dolce.

Allo stato attuale solo poche popolazioni di gambero di acqua dolce si sono salvate dall'estinzione ed è per questo che è importante avviare progetti per la sua reintroduzione o ripopolamento. Da diversi anni il gruppo di ricerca diretto dalle Prof.sse Marina Paolucci e Anna Di Cosmo dell'Università del Sannio, sta studiando i diversi aspetti della biologia del gambero di fiume, con l'obiettivo di salvarlo da un destino di sicura estinzione, ma senza perdere di vista un suo potenziale impiego come specie di allevamento non solo per la reintroduzione o per il ripopolamento, ma anche per il consumo umano.

Non dimentichiamo infatti, che il nostro paese è ad uno dei primi posti in Europa per la trota coltura, che dall'integrazione con l'astacoltura non potrebbe che avvantaggiarsi, essendo le esigenze di alcuni gamberi ben conciliabili con quelle delle trote e tali da non richiedere radicali modifiche degli impianti, i quali potrebbero comunque diversificare - recependo in questo anche le direttive della CEE riguardo alla necessità di diversificare la produzione ittica - e nel contempo migliorare qualitativamente la propria produzione. In campo agricolo e zootecnico, i gamberi ben si prestano ad aumentare - in termini più che lusinghieri - la redditività di corpi idrici poco o affatto produttivi (stagni, canali irrigui, abbeveratoi ecc.), nonché ad essere allevati in bacini la cui realizzazione e gestione comportano l'impiego di semplici tecnologie e ridotti investimenti.

Il progetto di ricerca

Questo progetto di ricerca ha una doppia finalità:

- mettere a punto un sistema di allevamento per il gambero autoctono di acqua dolce;
- applicare tecnologie innovative all'allevamento del gambero di acqua dolce.

Il metodo intensivo, con circuito di acqua chiuso, aperto e misto, è quello che è stato preso in considerazione in questo progetto poiché le condizioni ambientali della nostra regione sono più adatte a questa tipologia di allevamento. Questo prevede l'allevamento in vasca e tutte le fasi del ciclo vitale sono controllate dall'uomo. Tale metodo prevede inoltre la somministrazione di cibo naturale.

I nostri sforzi si sono inoltre concentrati verso la realizzazione di una tecnologia innovativa atta a recuperare le specie autoctone di crostacei, quali il gambero di acqua dolce *Austropotamobius pallipes*. In questo ambito abbiamo avviato lo studio della variabilità del DNA microsatellite, quale marker molecolare, al fine di identificare la variabilità genetica dei singoli individui per poter successivamente procedere con degli incroci controllati. Questa pratica, anche definita inbreeding, è necessaria nei casi in cui la specie risulta frammentata sul territorio e costituita da popolazioni isolate geograficamente, con impossibilità a realizzare lo scambio genetico necessario al mantenimento dello "stato di salute" della popolazione. Questo è il caso del nostro gambero di acqua dolce, corroborato da una serie di osservazioni circa la valutazione dello stato di salute utilizzando marcatori biochimici quali l'enzima topoisomerasi e gli enzimi dello stress ossidativo, glutatione reduttasi e glutatione perossidasi. A tutt'oggi abbiamo analizzato la variabilità genetica di numerose popolazioni di gambero di acqua dolce autoctono, a livello di 8 loci microsatellitari. Lo scopo è quello di identificare le popolazioni che posseggono una maggiore variabilità genetica per procedere con gli incroci controllati. I risultati ottenuti dimostrano che alcune popolazioni risultano vitali e pertanto possibili candidati per gli incroci.

Attività svolta

Maschi e femmine adulti di gambero di acqua dolce sono stati catturati su campo e trasportati presso il laboratorio pilota di Pietraraja (Foto 2 e 3), dove sono stati acclimatati in vasca. Gli animali sono stati alimentati con pesce e verdure. È stata analizzata la variabilità genetica dei singoli individui e si è proceduto all'accoppiamento con-



trollato. In breve, si è provveduto a suddividere gli animali in apposite vasche da accoppiamento, in maniera tale che il rapporto tra sessi fosse di due femmine per ciascun maschio. L'accoppiamento è in genere piuttosto violento e si risolve a volte con la mutilazione o addirittura con la morte di uno dei riproduttori, quasi sempre la femmina; quest'ultima, infatti, è afferrata dal maschio che, facendo leva sulle sue robuste chele, la rovescia sul dorso vincendone la resistenza e deponendo - tramite i gonopodi - le proprie spermatofore tra il 3° e il 5° paio di arti toracici dove, solidificando al contatto con l'acqua, formano una massa biancolattiginosa, ben visibile in tutte le femmine fecondate. Per tale motivo si è provveduto a distribuire gli animali in maniera che non vi fossero eccessive disparità di taglia tra maschi e femmine e le condizioni di salute degli animali sono state monitorate costantemente. Dopo l'accoppiamento le femmine sono state separate dai maschi e trasferite in apposite vasche da deposizione, mentre i maschi sono stati trasferiti in vasche di stabulazione. Sia le femmine che i maschi sono andati quindi in ibernazione. L'alimentazione è stata sospesa poiché superflua in questa fase di stasi metabolica.

Le larve sono state tenute con la madre fino alla seconda o terza muta, successivamente sono state trasferite in nuove vasche di stabulazione. È infatti importante che le larve vengano separate dalla madre e che poi vengano anche selezionate in base al peso. Le larve infatti presentano velocità di accrescimento diverse ed è necessario che le larve che si accrescono più velocemente siano allontanate da quelle che si accrescono più lentamente per evitare fenomeni sia di cannibalismo che di inibizione della crescita.

Il Laboratorio Pilota di Pietraraja, attualmente ospita numerosi individui di gambero di acqua dolce. Il Laboratorio Pilota è stato anche implementato, grazie ad un

finanziamento erogato dalla Camera di Commercio di Benevento, con vasche a cascata ed a circuito chiuso in cui vengono stabulati le larve e gli adulti.

A questo punto del progetto, il Laboratorio Pilota dispone di vasche che vengono utilizzate per l'accoppiamento dei riproduttori, vasche per la stabulazione delle femmine gravide in attesa della schiusa delle uova e vasche per la stabulazione delle larve e degli adulti. A causa del gran numero di animali si è proceduto inoltre all'acquisto di una "piscina" da esterno che possa accogliere gli adulti durante la stasi invernale.

In conclusione, il gambero di acqua dolce è una specie allevabile e tutte le fasi del suo ciclo vitale sono controllate in laboratorio e riproducibili. È necessario che le vasche siano diversificate tra loro e idonee alle diverse fasi del ciclo vitale così come il circuito d'acqua che deve essere chiuso, aperto o misto.

Prospettive future

Oggi siamo dunque in grado di allevare il gambero di acqua dolce in ambiente controllato. Miglioramenti della tecnologia possono e devono essere apportati. Ad esempio la durata delle fasi del ciclo vitale può essere controllata in maniera più stringente, così come la dieta può essere ottimizzata per ottenere il massimo accrescimento con il minimo apporto energetico. Su questi aspetti stiamo lavorando attivamente. A questo punto della sperimentazione sarebbe auspicabile applicare su larga scala le conoscenze



Foto 4

acquisite fino a questo momento. L'applicazione su larga scala prevede la possibilità di stabulare gli adulti e le forme giovanili in laghetti artificiali, di piccole dimensioni, dai quali ogni anno gli esemplari possano venire catturati e selezionati per essere avviati verso le successive fasi dell'allevamento se si tratta di riproduttori o verso il ripopolamento o la reintroduzione nell'ambiente. Naturalmente l'uso di laghetti artificiali implica la presenza di una sorgente di acqua nelle vicinanze con precise caratteristiche fisico-chimiche. Il sito adatto per creare su larga scala l'allevamento del gambero di acqua dolce è stato da noi identificato in prossimità del Laboratorio Pilota di Pietraroja ed è stato anche realizzato un plastico in scala della struttura che potrebbe venire realizzata (Foto 4).

A questo punto si rende necessario puntualizzare che il ripopolamento e la reintroduzione sono azioni inevitabilmente sottese alla valutazione della qualità dell'ambiente. Sarebbe inutile operare in questo senso in un ambiente non idoneo alla sopravvivenza del gambero di acqua dolce. Il centro pilota dovrebbe condurre in parallelo alle attività di allevamento, attività di monitoraggio ambientale finalizzate al ripopolamento e reintroduzione del gambero di acqua dolce.

RESPONSABILI SCIENTIFICI

Proff. Marina Paolucci e Anna Di Cosmo

Dipartimento di Scienze Biologiche ed Ambientali, facoltà di Scienze MM.FF.NN

Università degli Studi del Sannio, Benevento

COLLABORATORI AL PROGRAMMA

dr. Carlo Di Cristo - ricercatore

Francesco Latte - studente laureando

Michela Manetta - studentessa laureanda

Dario D'Argenio - contrattista

**“Trasformazione, conservazione e valorizzazione
dei prodotti ittici”**

TECNOLOGIE INNOVATIVE PER LA VALORIZZAZIONE E LA QUALIFICAZIONE DI PRODOTTI LAVORATI DELLA MARICOLTURA CAMPANA

Premesse

Il consumo dei prodotti ittici ha registrato negli ultimi dieci anni un considerevole aumento, attribuibile a svariate cause, tra loro concomitanti, che hanno determinato una rapida crescita della domanda. In relazione alle difficoltà di approvvigionamento di prodotti della pesca, in numerosi Paesi dell'UE si è assistito ad un notevole sviluppo di impianti di acquacoltura, sviluppo correlato anche ad una accresciuta accettazione del prodotto allevato, che, se correttamente prodotto, lavorato e conservato, può garantire un ottimo livello qualitativo e sanitario.

Una più ampia versatilità di presentazione dei pesci (tranci, filetti, prodotti pronti da cuocere, ready to eat) è funzionale in relazione ai tempi ed alle modalità di preparazione dei pasti imposti dagli attuali ritmi di vita. Considerato che la Campania ha un forte potenziale nell'ulteriore sviluppo della maricoltura, tenuto conto degli eventuali surplus di produzione e dell'orientamento del mercato verso una crescente richiesta di prodotti lavorati, oggetto del presente progetto è stato quello di studiare vari aspetti relativi alla qualità, all'igiene e alla conservabilità di filetti di spigole ed orate, provenienti da un impianto di maricoltura campano, confezionati utilizzando modalità e packaging diversi.

A tal fine, nel corso dello stoccaggio delle confezioni a temperatura di +3° C, è stata effettuata la ricerca di microrganismi patogeni e potenzialmente patogeni nonché di parametri fisico-chimici, reologici e microbiologici indicatori dello stato di conservazione, per individuare eventuali correlazioni tra parametri soggettivi (panel test) e oggettivi (analitici) nella valutazione della qualità del prodotto.

L'obiettivo è stato quello di segnalare agli operatori del settore i possibili vantaggi derivanti: a) dalla diversificazione delle attività produttive, con possibilità di sviluppare attività collaterali connesse alla varie fasi della filiera; b) da soluzioni innovative di packaging, con conseguenti ricadute positive di valore aggiunto per i prodotti e di immagine di qualità e innovazione per le aziende; c) dall'automazione e razionalizzazione dei processi produttivi; d) dalla praticità nella manipolazione dei prodotti in fase di magazzinaggio e trasporto.

Le ricerche svolte rappresentano, inoltre, una indispensabile attività preliminare per la definizione di marchi specifici, azione verso la quale tende oggi chiaramente il mercato. Migliori garanzie di sicurezza ed igiene, conservazione e presentazione ottimale dei prodotti e praticità d'uso sono altre caratteristiche importanti, in grado di orientare le scelte del consumatore.

Materie prime, preparazione e confezionamento

Sono stati utilizzati, in tempi diversi, lotti di spigole ed orate del peso medio di 500 gr., tutte provenienti da uno stesso allevamento off-shore situato nel golfo di Pozzuoli e sottoposte ad un regime alimentare noto e tale da consentirne la rintracciabilità.

I pesci, che non erano stati alimentati nelle 36 ore precedenti la cattura, sono stati uccisi in acqua e ghiaccio (300 L/150L) e trasportati nel più breve tempo possibile, in box di polistirolo sotto ghiaccio e con automezzo refrigerato, presso industrie di lavorazione di prodotti ittici, dove sono stati desquamati, eviscerati manualmente, filettati meccanicamente. I filetti sono stati poi confezionati secondo quattro diverse modalità, e precisamente 1) in MAP (70% CO₂; 25% N₂; 5% O₂) (MAP A) utilizzando vassoi di polistirolo con fondo forato e pad assorbente e un film Cryovac LID 2050 (barriera anti-fog) (Fig. 1); 2) sottovuoto (sistema darfresh) (DF), utilizzando una base rigida (RSCO3X25) e un film superiore Cryovac Darfresh TH 300 TOP WEB (Fig. 2); 3) MAP (63% CO₂; 22% O₂; 15% N₂) (SC), secondo il sistema Steam Cooking, che prevede il Cryovac Steam Cooking Tray SCT 1621, contenente un pad assorbente, al quale vengono aggiunti 30 ml di acqua all'atto del confezionamento, e un Cryovac Multiflex EOP "M" Lid (Fig. 3); 4) MAP (63% CO₂; 22% O₂; 15% N₂) (MAP B), impiegando un vassoio rigido tipo Cryovac UBRT 1621, privo di pad assorbente, e un Cryovac LID 2050 barriera anti-fog (Fig. 4).

Le confezioni di tutti i lotti sono state trasportate a +3°C, con automezzo refrigerato, nella Sezione di Ispezione del Dipartimento DISCIZIA della Facoltà di Medicina Veterinaria dell'Università di Napoli "Federico II", dove sono state stoccate alla stessa temperatura, in frigoriferi dotati di termografo, per tutta la durata degli esperimenti.



Accertamenti

Al 2°, 4°, 6°, 8°, 12°, 14°, 16°, 18°, 22°, 24°, 26° giorno dalla pesca (corrispondenti al 1°, 3°, 5°, 7°, 11°, 13°, 15°, 17°, 21°, 23° e 25° giorno dal confezionamento) sono stati effettuati i seguenti controlli.

Valutazione dei caratteri organolettici. Da un panel test, costituito da almeno sei persone con pregressa esperienza su prodotti della pesca, sono stati valutati l'aspetto generale, il colore, l'odore, la consistenza del prodotto, nonché la presenza e le caratteristiche dell'eventuale succo muscolare trasudato. Si è proceduto altresì alla cottura dei filetti in forno a microonde e, qualora ritenuto fattibile, alle prove di assaggio.

Esami microbiologici. Gli esami, effettuati su 3/5 confezioni (u.c.) il 2°g dalla pesca e su 2/3 u.c. alle scadenze successive, hanno riguardato i seguenti microrganismi: flora aerobia totale (FAT) a 5°, 20° e 32° C; enterobatteri totali; coliformi totali, fecali ed E.coli; *Pseudomonas* spp.; lattobacilli; streptococchi fecali; clostridi solfito-riduttori; stafilococchi potenzialmente patogeni e micrococchi; *Bacillus cereus*; *Aeromonas* spp.; *Campylobacter* spp.; *Vibrio* spp.; *Brochotrix thermosfacta*; *Salmonella* spp.; *L. monocytogenes*.

Tecniche biomolecolari. Tutti i ceppi di *L. monocytogenes*, unico microrganismo patogeno individuato, sono stati tipizzati mediante tecniche biomolecolari.

Esami fisico - chimici. Sono stati ricercati i seguenti parametri, effettuando gli esami in doppio, su un pool di due confezioni: umidità; ceneri; proteine; grasso; ABVT; TMA; pH; FFA; TBA; ammine biogene.

Esami reologici. È stato determinato il Texture Profile Analysis (TPA), costituito da nove parametri (friabilità, durezza, adesività, coesione, elasticità, cohesione, resilienza, masticazione, gommosità), effettuando 10 replicazioni per ogni filetto ed usando l'EZ-test Shimadzu.

Tecniche di diagnostica per immagini. Gli esami di diagnostica per immagini restituiscono immagini in grado di dare informazioni sulle caratteristiche chimico-fisiche dei materiali o dei tessuti analizzati. In questo studio è stata utilizzata l'ecografia che, grazie agli ultrasuoni riflessi, può restituire immagini tomografiche molto dettagliate dei tessuti molli. Il grado di ecogenicità dei tessuti è direttamente proporzionale alla loro densità ed elasticità e quindi, nelle specie ittiche, dovrebbe essere espressione del loro stato di idratazione e freschezza.

Risultati e considerazioni

Caratteri organolettici. I caratteri organolettici dei filetti di spigole e di orate sono stati giudicati positivamente fino al 12° giorno dalla cattura. Non si sono osservate differenze particolarmente rilevanti fra le miscele di gas e i sistemi di packaging sperimentati, anche se i prodotti SC e MAP hanno consentito di esprimere giudizi favorevoli per tempi più lunghi, solitamente di qualche giorno.

Esami microbiologici. In generale le diverse miscele di gas impiegate per il confezionamento non hanno influito in maniera significativa sullo sviluppo microbico delle specie batteriche ricercate e sulle caratteristiche organolettiche dei prodotti e i microrganismi

indicatori di igiene, qualora evidenziati, hanno mostrato livelli di contaminazione accettabili, anche alle ultime scadenze considerate. Fino al 12° giorno dalla cattura, comunque, le concentrazioni di tutti i microrganismi, sia quelli alteranti sia quelli indicatori di igiene, sono state ritenute ottimali o decisamente accettabili. Clostridi solfito-riduttori, stafilococchi potenzialmente patogeni e *Salmonella* spp. non sono mai stati riscontrati. La presenza di *L. monocytogenes* è stata invece isolata da n.51 campioni (n. 4 confezioni di spigole, n. 45 confezioni di orate, appartenenti allo stesso ciclo di lavorazione, e n. 2 campioni di filetti, prima del confezionamento). I rimanenti ceppi sospetti, analizzati mediante tecniche di biologia molecolare, sono risultati appartenere a *L. innocua*, *L. welshimeri* e *L. grayi*.

Per quanto riguarda l'isolamento di ceppi di *L. monocytogenes*, l'unico microrganismo patogeno individuato, è da sottolineare, ai fini della valutazione del rischio, che i filetti sono, per tipologia e modalità di confezionamento, alimenti da sottoporre a cottura, che rende il prodotto sicuro, considerata la termolabilità del microrganismo.

La presenza di *L. monocytogenes* nei filetti può essere considerata un parametro di igiene del processo. A questo proposito, la normativa Comunitaria ha previsto modalità di monitoraggio dei processi produttivi, da parte del produttore e degli organi di controllo, allo scopo di verificare il mantenimento di determinati parametri organolettici, microbiologici o chimici, che il produttore può essersi prefissato come obiettivo o che siano richiesti per legge. Nel contesto dell'autocontrollo il riscontro della presenza di *L. monocytogenes*, in particolare per quei lotti di orate confezionati in MAP, nei quali il microrganismo è stato isolato con una certa frequenza, comporta quindi adeguate misure per individuare e contenere le fonti di contaminazione, considerato che le condizioni di temperatura e di pH dei prodotti erano tali da consentire la crescita del patogeno nel corso dello stoccaggio. Le tecniche di indagine biomolecolare possono, e potranno ancora di più in futuro, fornire un utile strumento per ottenere risultati in tempi brevi, compatibili con le azioni correttive da adottare durante il processo produttivo.

Esami fisico-chimici. I livelli medi di umidità sono stati del 72% nelle spigole e del 69% nelle orate. Il contenuto proteico si è attestato intorno a valori del 21%, quello del grasso intorno al 5% nelle spigole e all'11% nelle orate. Il pH ha oscillato generalmente da valori superiori a pH 6 a valori inferiori a pH 7. I risultati relativi all' ABVT hanno indicato che, per considerare accettabile il pesce, anche quello preparato e confezionato, non deve essere superato il valore di 20 mg/100g, limite superato nelle orate DF già all'8° giorno dalla cattura e nelle spigole a partire dal 16°. Il recente Regolamento CE 2074/2205 ha fissato comunque per alcune specie, fra le quali le spigole e le orate non sono incluse, limiti di ABVT oltre i quali il prodotto deve essere dichiarato inaccettabile. Il livello più basso riportato dal Regolamento è di 30 mg/100g, limite raggiunto solo nei filetti di orate DF al 18° giorno dalla cattura e in quelli di spigola nell'ultimo prelievo. Ad eccezione delle orate DF, non si è evidenziata una costante corrispondenza fra ABVT e valutazione sensoriale, in quanto sono stati giudicati negativamente campioni che presentavano bassi livelli di ABVT. Per quanto riguar-

da la TMA, si è osservato un incremento più marcato nei campioni DF in quanto nei filetti SC, MAP A e MAP B l'andamento è stato quasi lineare, con un lieve aumento nel corso della sperimentazione. I livelli di FFA non hanno denotato modifiche a carico del grasso in nessuna delle tipologie di confezionamento. I valori di TBA si sono mantenuti bassi nei campioni DF, nei quali, non essendoci presenza di O₂, i fenomeni ossidativi sono risultati abbastanza contenuti. Nelle altre tipologie si è assistito invece ad un incremento molto marcato, soprattutto nei campioni SC. Le concentrazioni più contenute di ammine biogene sono state osservate nei filetti di spigole SC e MAP B e nei filetti di orate MAP B. Livelli contenuti di ammine sono stati comunque riscontrati anche in campioni le cui caratteristiche organolettiche erano ormai non più soddisfacenti. Significativa, ai fini sanitari, la presenza di quantità di istamina sempre inferiori ai limiti di legge, anche alle ultime scadenze considerate.

Esami reologici. I dati relativi ai parametri reologici non hanno evidenziato differenze notevoli fra le due specie, le diverse modalità di confezionamento e la durata della conservazione. Essi hanno offerto comunque elementi di studio interessanti e da approfondire, per standardizzare le condizioni migliori da seguire nel corso delle ricerche, in particolare per quelle caratteristiche, quali la friabilità, la durezza, la coesione e la masticazione, che appaiono ad una prima considerazione più significative.

Esami di diagnostica per immagini. L'esame ecografico si è confermato molto affidabile nel fornire immagini morfologiche estremamente dettagliate anche delle strutture più piccole. L'ecogenicità delle strutture visualizzate è aumentata progressivamente nel tempo con comparsa, nei controlli più tardivi, di piccoli foci iperriflettenti fra i setti aponeurotici dei miomeri, probabile espressione precoce di fenomeni alterativi. Si è evidenziata, inoltre, una progressiva riduzione dello spessore dei diametri trasversi della muscolatura epiasiale, compatibile con la progressiva disidratazione. L'occhio, oltre ad appiattirsi, ha presentato progressiva lussazione posteriore del cristallino che tendeva, inoltre, a degenerare.

Conclusioni

Per shelf-life si intende comunemente il periodo di tempo al termine del quale un prodotto diventa inaccettabile dal punto di vista sensoriale, nutrizionale o per le aspettative di sicurezza. Per i produttori essa si calcola anche sulla base del grado di modificazione delle proprietà e delle caratteristiche dell'alimento che ogni singola azienda accetta per i prodotti che devono essere commercializzati con il proprio marchio aziendale. Sulla base di quest'ultima accezione, più restrittiva, i risultati ottenuti consentono di affermare che, per i filetti di tutte le tipologie di confezionamento considerate, può essere sicuramente fissata una shelf life di 8 gg dal confezionamento, ovvero di 10 gg dalla cattura, anche di qualche giorno aggiuntivo per i sistemi MAP e SC. Sono tempi che permettono ai produttori di programmare le forniture una sola volta alla settimana, senza problemi di resi per alterazione della qualità merceologica o sanitaria dei filetti.

Poiché le differenze in termini di conservabilità, fra le varie tipologie di confezionamento sperimentate, non sono risultate particolarmente rilevanti, la scelta della modalità di confezionamento da adottare può essere fatta dal produttore sulla base di considerazioni estetiche, economiche e funzionali. Il sistema steam cooking rappresenta indubbiamente una soluzione innovativa, che garantisce insieme igiene e qualità del prodotto, conservabilità prolungata e praticità d'uso, in quanto l'alimento può essere direttamente sottoposto a cottura a vapore nel forno a microonde.

Al raggiungimento dei risultati hanno di certo contribuito sia la riduzione dei tempi intercorrenti fra la cattura dei pesci, il sezionamento in filetti e il loro confezionamento, sia il rispetto rigoroso della catena del freddo. Per simulare condizioni di temperatura più facilmente realizzabili nelle usuali condizioni di commercializzazione degli alimenti, lo stoccaggio delle confezioni è stato effettuato a +3°C, nonostante sia noto che temperature più vicine a 0°C siano in grado di rallentare in maniera significativa la moltiplicazione microbica, determinando di conseguenza concentrazioni inferiori di prodotti del metabolismo batterico, causa della comparsa di caratteri organolettici indesiderati.

Le ricerche effettuate hanno fornito utili elementi che possono essere oggetto di ulteriore approfondimento e sviluppo. Al pari di altri settori, l'innovazione dei processi produttivi e la definizione delle caratteristiche sanitarie e qualitative degli alimenti ottenuti rappresentano la base e la linfa vitale per la crescita del comparto ittico.

RESPONSABILE SCIENTIFICO:

Prof. Maria Luisa Cortesi

Dip.di Scienze Zootecniche ed Ispezione degli Alimenti

Università degli Studi di Napoli "Federico II"

COLLABORATORI AL PROGRAMMA

per gli esami microbiologici: proff. Teresa Sarli, Adriano Santoro e Nicoletta Murru;

per gli esami fisico-chimici e reologici: prof. Aniello Anastasio, dott. Raffaellina

Mercogliano e dott. Lucia Vollano;

per le tecniche di indagine biomolecolare: dott. Tiziana Pepe;

per le tecniche di diagnostica per immagini: prof. Leonardo Meomartino.

Ed inoltre i dottori (borsisti, dottorandi, specializzandi)

Barile Maria, Candela Loredana, Carlino Daniela, Colarusso Germana, Costanzo

Nicola, D'Ambrosio Rosa, De Dominicis Rosaria, Di Filippo Fabiana, Di Marco

Isolina, Esposito Giuseppina, Ferrante Salvatore, Fioretto Francesca, Girasole

Mariagrazia, Marrone Raffaele, Ranzo Manuela, Ricciardi Vincenza, Sarnacchiaro

Tiziana, Sosaro Daniela, Tozzi Mara, Vincenti Ines.

PROLUNGAMENTO DELLA SHELF-LIFE DI PRODOTTI ITTICI

Il progetto pilota relativo al “Prolungamento della Shelf-Life di Prodotti Ittici” è stato finanziato dal P.O.R. Campania 2000-2006, Misura 4.23, con Decreto Dirigenziale n. 5/122 del 17.06.2004 - Regione Campania, Area Generale di Coordinamento, Sviluppo Attività Settore Primario, Settore Foreste, Caccia e Pesca. L'attività di ricerca è stata elaborata e portata a compimento dal Centro Regionale di Competenza sulle Produzioni Agroalimentari dell'Università degli Studi di Salerno, coinvolgendo numerose figure professionali sotto la responsabile scientifico della Prof.ssa Marisa Di Matteo. Il progetto ha avuto come obiettivo l'individuazione delle fasi critiche legate alla conservazione e il prolungamento della qualità dei prodotti ittici, in particolare di cefalopodi: polpi, seppie. A questo fine sono state avviate numerose prove di conservazione avvalendosi sia di metodiche già sperimentate che, testando nuove tecniche con materiali innovativi per il confezionamento. L'attività di ricerca è stata dapprima centrata sulla valutazione dell'efficacia di differenti miscele di gas $CO_2:N_2:O_2$, al fine di individuare la condizione ottimale per il prolungamento della shelf-life della specie ittica interessata. I risultati ottenuti sia per quanto concerne i parametri chimici e microbiologici sia per la valutazione sensoriale eseguita durante i 12 giorni di conservazione hanno messo in evidenza che tra le atmosfere protettive testate quella più efficace, per il rallentamento dei processi degradativi dei prodotti ittici, è stata una miscela gassosa binaria costituita da N_2 all'80% e dalla CO_2 al 20%.

Nella fase successiva è stato poi testato e messo a punto un confezionamento basato su un active packaging (Aldomar®) in grado di rallentare i principali fenomeni di degradazione responsabili della perdita dello stato di freschezza. Questa tecnologia attiva si avvale dell'uso delle atmosfere protettive (riduzione della concentrazione dell'ossigeno con aumento della concentrazione dell'azoto e dell'anidride carbonica) accoppiato con sostanze adsorbenti/desorbenti, capaci di limitare i fenomeni di off-flavors, per ridurre i fenomeni di ossidazione del prodotto e per rallentare la crescita microbica, rallentando i fenomeni catabolici durante la conservazione. Per la sperimentazione è stata anche progettata una vaschetta in polistirolo espanso a barriera (Foto 1) per contenere l'adsorbente non a contatto diretto con il pescato (Foto 2). La vaschetta presenta sul fondo, due scanalature dove sono alloggiati le placchette adsorbenti. Le due scanalature della vaschetta, contenenti l'adsorbente sono nascoste da griglie forate dello stesso materiale (Foto 3).



Foto 1 - Vaschetta utilizzata per la sperimentazione.



Foto 2 - Vaschetta con adsorbente.



Foto 3 - Vaschetta con adsorbente con copertura forata.

Dopo le operazioni di eviscerazione e lavaggio, per ogni prova i prodotti ittici sono stati divisi in tre serie di campioni: **A) controllo**: polpi e seppie posti in vaschetta di polistirolo e stoccati alla temperatura di 2°C; **B) atmosfera protettiva** (Map): polpi e seppie posti in vaschetta di polistirolo espanso a barriera di gas confezionati in atmosfera protettiva (80% N₂, 20% CO₂) con film EVOH spessore 50 µm e stoccati alla temperatura di 2°C; **C) active packaging** (Map+ads): polpi e seppie posti in vaschetta di polistirolo espanso a barriera di gas confezionati in atmosfera protettiva (80% N₂, 20% CO₂) con film EVOH spessore 50 µm più adsorbente Aldomar[®], stoccati alla temperatura di 2°C. Ad intervalli regolari di tempo, è stata valutata l'efficacia degli imballaggi preparati attraverso l'evoluzione dei principali parametri chimici, microbiologici e sensoriali associati alla freschezza dei prodotti ittici.

Prove di conservazioni di seppie

In tabella 1, sono riportati i valori della carica batterica psicrofila (aerobica e anaerobica) e delle *Pseudomonas* rilevate sui campioni di seppia sottoposti ai tre differenti sistemi di conservazione (A, B e C) durante il periodo di 12 giorni. I dati mettono in evidenza l'efficacia del packaging attivo nel rallentare lo sviluppo batterico. Le concentrazioni batteriche rilevate nei campioni di seppia confezionati con l'adsorbente Aldomar[®] sono risultati per tutto il periodo di conservazione inferiori rispetto alle due tesi A e B. In particolare, per la tesi A le cariche raggiunte a 12 giorni di conservazione risultano essere inferiori ai valori limite (6-7 log ufc/g) che rendono il prodotto inaccettabile in quanto a queste cariche sono associati importanti fenomeni di degradazione. I campioni di controllo già al 7 giorno di conservazione presentano cariche prossime ai valori limite, a differenza di quanto accade per le seppie (C) che raggiungono tale valore al 12° giorno di conservazione. Le differenze riscontrate tra le tesi B e C non sono state così evidenti come nel caso della tesi A sebbene le cariche microbiologiche degli indicatori scelti, riscontrati nei campioni confezionati con l'adsorbente, sono risultati i più bassi per tutto il periodo di conservazione.

Tabella 1 - CBT psicofila (aerobica e anaerobica) e Pseudomonaceae, espresse in log ufc/g, rilevate nei campioni di seppia sottoposti ai 3 sistemi di conservazione (A B e C) durante 12 giorni di conservazione.

Giorni	Tesi	<i>Psicrofili aerobi</i> log (ufc/g)	<i>Psicrofili anaerobi</i> log (ufc/g)	<i>Pseudomonas</i> log (ufc/g)	<i>P. aeruginosa</i> log (ufc/g)
0	A,B,C	2.23	1.30	2.30	<2
2	A	3.68	2.97	3.71	<2
	B	2.98	1.84	2.47	2
	C	2.54	1.47	2.47	2
5	A	3.61	3.23	4.63	3.90
	B	3.07	2.30	3.88	3
	C	2.60	<2	3.55	2
7	A	4.87	4.13	5.67	4.95
	B	4.81	3.60	4.55	<3
	C	3.53	2.95	4.53	2.30
9	A	6.81	5.65	6.06	4.77
	B	5.38	4.86	5.06	3
	C	5.11	4.69	4.14	<3
12	A	7.74	5.47	7.60	7.60
	B	5.34	4.53	4.36	<3
	C	4.93	4.39	4.25	<3

Le conte rappresentano la media di due repliche.

Le conte relative a *Pseudomonas* sono da intendersi come numero totale di colonie di cui *P. aeruginosa* Sull'adsorbente sottoposto a triturazione e analizzato come i campioni il numero dei microrganismi era al di sotto del limite di detezione del metodo (100 ufc/g)

Risultati positivi sono stati ottenuti anche per quanto riguarda l'evoluzione degli indicatori chimici ATBV e TMA. Le concentrazioni di tali sostanze (figura 1 e tabella 2) si mantengono ben al di sotto di quelle ritrovate nei campioni di A e B confermando la potenzialità del metodo innovativo nel prolungare lo stato di freschezza dei campioni in esso confezionati.

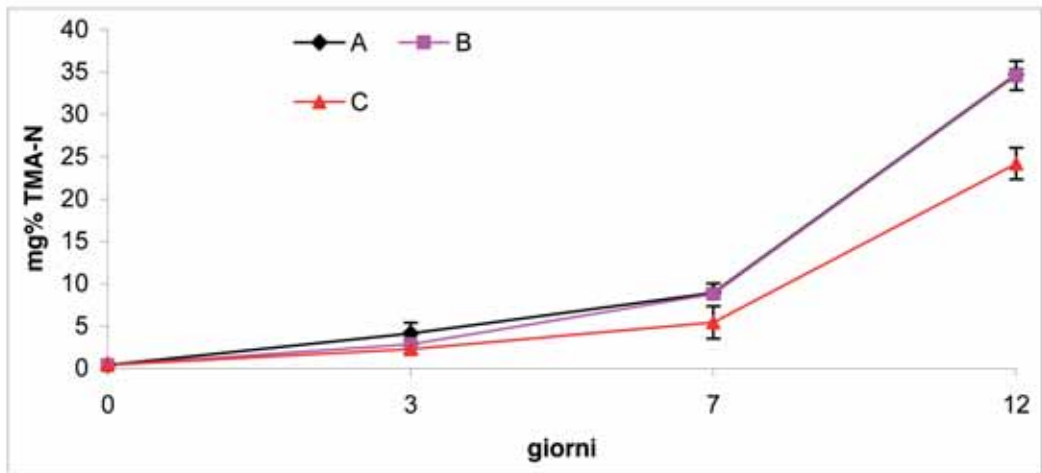


Figura 1: evoluzione della trimetilamina (TMA) nei campioni di seppia sottoposti ai tre sistemi di conservazione (A,B e C) durante 12 giorni di conservazione.

Tabella 2 - contenuto di ATBV nei campioni di seppia sottoposti ai tre sistemi di conservazione (A,B e C) durante 12 giorni di conservazione.

giorni	ATBV (mg/100g)		
	A	B	C
0	18.49±1.10	18.49±1.10	18.49±1.10
3	21.45±2.14	20.19±2.14	17.94±2.99
5	47.56±2.02	43.57±2.41	28.03±2.00
7	56.69±0.09	58.38±1.57	61.64±2.56
11	158.28±0.04	133.23±3.47	112.67±4.23

Prove di conservazioni di polpi

Il tempo di conservazione testato per la valutazione dell'efficacia nel prolungamento della shelf-life dei polpi è stato di 9 giorni a differenza dei 12 giorni raggiunti per le seppie. I polpi infatti oltre ad essere interessati dalle note degradazioni di origine batterica vanno soggette ad alterazioni del colore della pelle che tende ad arrossarsi con il procedere della conservazione. Tale fenomeno ha messo in evidenza un limite di 9 giorni di conservazione per l'ottenimento di un prodotto commerciabile sia da un punto di vista sensoriale che igienico sanitario. L'andamento delle CBT psicofila, riportata in tabella 3, evidenzia la capacità dell'accoppiamento miscela gassosa (80% N₂ -20% CO₂) con l'adsorbente[®] nel rallentare lo sviluppo batterico.

Tabella 3 - CBT psicrofila (aerobica e anaerobica), espresse in log ufc/g, rilevata nei campioni di polpo sottoposti ai 3 sistemi di conservazione (A, B e C) durante 9 giorni di conservazione.

Giorni di conservazione	Tesi	Psicrofili aerobi log (ufc/g)	Psicrofili anaerobi log (ufc/g)
0	A, B, C	3.18	2.64
3	A	5.21	3.85
	B	4.26	3.55
	C	3.43	3.23
6	A	6.12	5.61
	B	5.25	4.47
	C	4.40	3.96
9	A	6.93	5.67
	B	5.84	5.54
	C	4.96	5.40

In Figura 2 sono mostrati i valori dell'azoto totale basico volatile (ATVB) e della trimetilammina (TMA), rilevati durante 9 giorni nei campioni di polpo sottoposti ai tre differenti sistemi di conservazione (A, B e C).

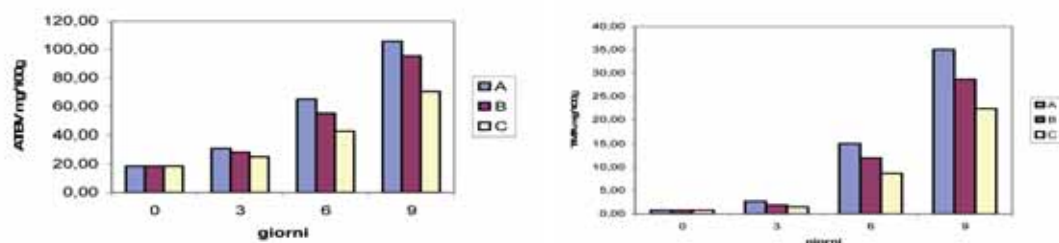


Figura 2: Concentrazioni di ATVB e di TMA rilevate durante 9 giorni nei campioni di polpo sottoposti ai tre differenti sistemi di conservazione (A, B e C).

Come nel caso delle seppie, l'imballaggio attivo Aldomar (C) risulta efficace nel rallentare i processi degradativi responsabili della produzione di elevati quantitativi di ATBV e TMA. Si nota infatti che tali concentrazioni sono sensibilmente più basse nel caso della conservazione con l'imballaggio attivo.

RESPONSABILE SCIENTIFICO

Prof. Marisa Di Matteo

Centro Regionale di Competenza sulle Produzioni Agroalimentari
dell'Università degli Studi di Salerno

COLLABORATORI AL PROGRAMMA

Dott. Albanese Donatella - Ricercatore

Ed inoltre i dottori Ing Brasiello Antonio; Ing. Alfano Katia; Rossetti Milena;

Dott. Del Vaglio Marco; Ing Mancino Aniello; Dott. Squillante Luciana;

Dott. Attanasio Dina; Ing. Raimo Sonia; Ing. Leone Caterina;

Dott. Nicolais Valeria; Dott. Celano Katia

PESCE AZZURRO: UNA RISORSA DA VALORIZZARE INNOVAZIONE NELLE TECNICHE DI CONSERVAZIONE E NEI PRODOTTI DI IV E V GAMMA

Il progetto ha avuto come obiettivo l'individuazione delle più opportune tecniche di conservazione e trasformazione atte a valorizzare le specie ittiche classificate come pesci azzurri e quindi permettere a questi prodotti che, erroneamente vengono considerati una risorsa di poco pregio, l'apertura di nuovi sbocchi commerciali.

Oltre alle prove di conservazione del fresco intero e di IV gamma, utilizzando come specie ittica l'alice (*Engraulis encrasicolus*), sono state affrontate le trasformazioni di V gamma, ottimizzando processi quali l'affumicatura e la marinatura.

Prove di conservazione sul fresco

Le prove di shelf-life sul fresco in active packaging (Map+ads), sono state condotte in cella frigorifera a tre diverse temperature 2, 4 e 8°C, rispettivamente denominate A,B, e C. Dall'analisi della carica microbica psicofila si è osservato che le concentrazioni ritrovate nei campioni di alici stoccati alle temperature di 2 e 4°C si assestano a livelli ben inferiori a quelli considerati inaccettabili pari a 6 unità log.. Tale andamento mette in evidenza l'efficacia dell'active packaging utilizzato nel preservare la qualità microbiologica dei prodotti ittici in esso confezionati. I valori di TMA e ATBV ottenuti sono in correlazione con quelli ottenuti dalle analisi microbiologiche. Le concentrazioni di tali indici, infatti, a 2 e 4°C si mantengono pressoché costanti durante tutto il periodo di conservazione testato, mentre a 8°C la velocità di produzione di ammine aumenta progressivamente con i giorni di conservazione.

I risultati dell'analisi sensoriale volta a descrivere l'andamento nel tempo dei principali parametri di freschezza associati a questa tipologia di prodotto ittico sono riportati in Figura 1. Si è osservato che ogni parametro sensoriale tende a diminuire nel tempo con andamenti che risultano tanto maggiori quanto maggiore è la temperatura di stoccaggio. Il giudizio complessivo risulta positivo anche a 9 giorni di conservazione per le temperature 2 e 4°C, confermando l'efficacia dell'imballaggio nel mantenere elevati parametri qualitativi del prodotto ittico in esso contenuto e che tale efficacia è tanto maggiore quanto minore è la temperatura di stoccaggio.

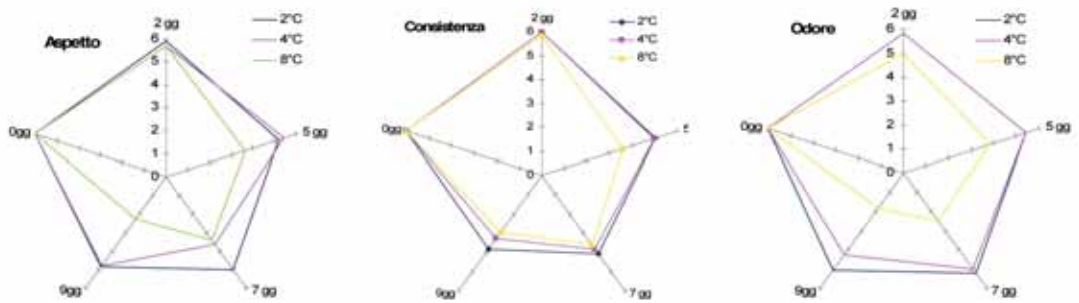


Figura 1: Variazione dei parametri sensoriali nel tempo al variare della temperatura.

Trasformazione in prodotti marinati

Per l'ottimizzazione del processo di marinatura sono state approntate due serie di sperimentazioni, la prima che utilizza come acidificante l'aceto di vino (A), la seconda, una soluzione diluita di acido acetico (AC). I campioni di alici marinate, in entrambe le soluzioni di marinatura, sono stati confezionati ermeticamente in vaschette di polietilene e stoccati a tre diverse temperature (4, 8 e 20°C) al fine di stabilire il tempo di conservazione di questi prodotti e di valutare come la temperatura influenzi la shelf-life del prodotto. In Tab.1 si riportano le concentrazioni della carica batterica totale presenti nei campioni, durante il periodo di conservazione, osservando che le temperature di 4 e 8°C risultano efficaci nel preservare la qualità microbiologica dei campioni che si assesta dopo 130 giorni di conservazione a valori decisamente inferiori al limite massimo (6 log ufc/g). A 20 °C per entrambe le soluzioni di marinatura la concentrazione limite viene raggiunta dopo 90 giorni. Per quanto riguarda l'efficacia delle soluzioni di marinatura poste a confronto è possibile notare che la soluzione contenente aceto (A) è risultata avere un potere batteriostatica maggiore della soluzione contenente acido acetico (AC). Durante il periodo di conservazione per tutte e tre le temperature testate la carica

gg	CBT, (Log (ufc/g))					
	A	A	A	AC	AC	AC
	4°C	8°C	20°C	4°C	8°C	20°C
0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
40	2,45	2,8	3,58	2,65	2,85	3,65
90	2,85	3,25	5,54	3,1	3,25	5,62
130	3,3	3,92	n.r	3,54	3,78	n.r

n.r = non rilevata

Tab. 1: Carica batterica rilevata nelle alici (AC; e A) stoccate a tre T.

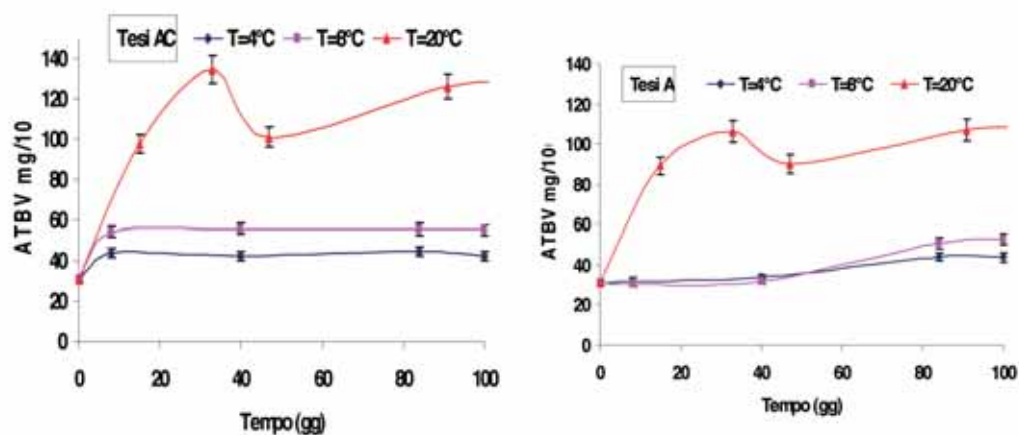


Fig. 2: Evoluzione dell'ATBV nei campioni di alici marinati (A e AC) stoccati a tre diverse temperature.

batterica presente nei campioni (A) si è mostrata sempre inferiore rispetto ai campioni di alice marinati con la soluzione contenente acido acetico.

Nel caso del ATBV (Fig. 2) è stato possibile osservare l'influenza della T nel rallentare i principali processi di degradazione del prodotto. Piccole differenze sono state osservate tra le temperature di 2 e 4°C. I campioni di alici trattati con aceto possedevano una concentrazione di azoto basico volatile più bassa. La trimetilamina (TMA) è stata invece ritrovata solo nei campioni stoccati a 20 °C dopo 30 giorni di conservazione. Tale valore comunque, dopo 90 giorni di conservazione, non supera il limite legale che per questa categoria di prodotti è pari a 10 mg/100g. Al fine di valutare la qualità complessiva delle alici marinate durante il periodo di conservazione è stato monitorato lo stato di ossidazione dell'olio a contatto con il prodotto. Per tutto il periodo di conservazione i campioni stoccati alla temperatura di 4°C sono quelli che presentano tempi di induzione più alti rispetto ai valori riscontrati per i campioni conservati a 8° e 20°C. Lo stato di ossidazione dell'olio di governo non sembra essere influenzato in maniera significativa dalle differenti soluzioni di marinatura utilizzate per la sperimentazione. I risultati ottenuti durante la fase sperimentale di 130 giorni, che ha monitorato i principali indici di qualità dei prodotti ittici marinati, mettono in evidenza l'influenza della temperatura nel rallentare i principali processi di degradazione. Piccole differenze sono state osservate tra le temperature di 2° e 4°C. Per quanto riguarda l'efficacia delle due soluzioni di marinatura poste a confronto si è osservato che i campioni trattati con aceto possedevano un maggiore livello qualitativo.

Prodotti affumicati

Per una valorizzazione del pesce azzurro si è voluto ulteriormente testare il pro-

cesso di affumicatura ottimizzandone le fasi processuali ed applicandole a due tipi di pesce azzurro, tonno (*Thunnus thunnus*) in tranci ed alici (*Engraulis encrasicolus*) in filetti. L'affumicatura è stata ottenuta per immersioni in soluzioni diluite di fumo liquido per tempi diversi a seconda della specie trattata. I parametri relativi ad ogni fase di processo (tempo, temperatura e concentrazione delle soluzioni di affumicatura e salatura) sono stati ottimizzati in funzione della specie ittica trattata.

Ultimato il processo di affumicatura i campioni di alici e di tonno sono stati confezionati sotto vuoto e stoccati alla temperatura di 8°C. La shelf-life dei prodotti affumicati per entrambe le specie ittiche testate è stata studiata per un periodo di tre mesi. Lo stato di conservazione dei prodotti è stato valutato attraverso il monitoraggio dei seguenti parametri: carica batterica psicofila totale aerobia e anaerobia; Aw; texture (Fig.3); ossidazione della sostanza grassa (Fig.4); analisi sensoriale (Fig.5). I risultati ottenuti mettono in evidenza l'elevato grado qualitativo delle due specie ittiche affumicate, durante tutto il periodo di conservazione testato, sia dal punto di vista analitico che sensoriale. Considerando che la maggior parte dei prodotti ittici affumicati attualmente in commercio ha una durata commerciale inferiore ai 3 mesi, i filetti di alice e i tranci di tonno affumicati si sono dunque dimostrati perfettamente in linea con questa tendenza. I brillanti risultati ottenuti consentono di prevedere tempi di conservazione più lunghi, ed è pertanto auspicabile l'estensione dello studio ad un periodo di tempo maggiore di quello testato.

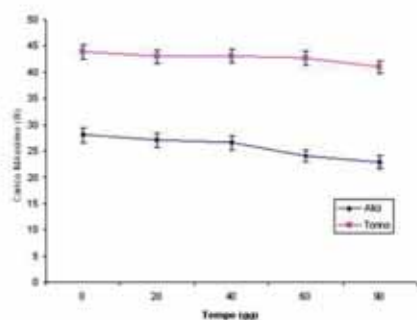


Fig. 3: Variazione del carico massimo nei campioni di alici e tonno durante il periodo di conservazione.

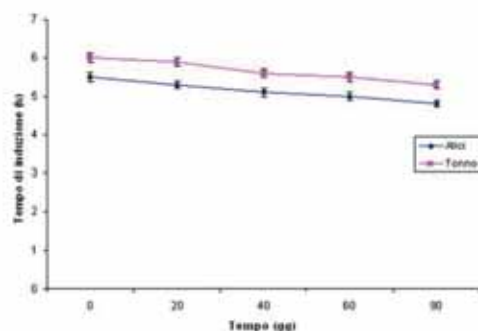


Fig. 4: Variazione dello stato di ossidazione dei campioni di tonno e alici affumicati durante il periodo di conservazione.



Fig. 5: Analisi sensoriale dei campioni di tonno e alici.

RESPONSABILE SCIENTIFICO

Prof. Marisa Di Matteo

Centro Regionale di Competenza sulle Produzioni Agroalimentari dell'Università degli Studi di Salerno

COLLABORATORI AL PROGRAMMA

Dott. Albanese Donatella - Ricercatore

Ed inoltre i dottori: Ing. Gaetano D'Avino; ing. Marco Pota;

dr.ssa Lorenza Lucia Stoduto; Dott. Iliara Borriello; Ing. Carlo Scuppo;

Ing. Luca Ardia; Dott. Loredana Ruggiero; Ing. Joanna Smula; Ing. Vito Francese;

Dott. Maria Bavarese; Ing. Marisa Farina; Ing. Bruno Perrotta



Prestampa, stampa e allestimento
Società Editrice IMAGO MEDIA
81010 Dragoni (CE) - Tel. 0823 866710
www.imagomedia.it - email: info@imagomedia.it

Finito di stampare nel mese di dicembre 2006