

PROGETTO PON02_000451_3362185
INNOVAQUA

ESTRATTO DA:
INNOVAZIONE TECNOLOGICA A SUPPORTO DELL'INCREMENTO
DELLA PRODUTTIVITÀ E DELLA COMPETITIVITÀ
DELL'ACQUACOLTURA SICILIANA

1) DATI SALIENTI SUL PROGETTO

1.1 Titolo

- Titolo del progetto: **INNOVAQUA - Innovazione tecnologica a supporto dell'incremento della produttività e della competitività dell'acquacoltura siciliana**
- Title of the project: **INNOVAQUA - Technological Innovation for the improvement of productivity and competitiveness of Sicilian aquaculture**
-
- Soggetto Attuatore: **Distretto Tecnologico Agro Bio esca Ecocompatibile**
- Soggetti Partner:
CoRiSvI
Università di Palermo
Università di Messina
CNR
Istituto zooprofilattico sperimentale della Sicilia

1.2 Settore/Ambito

Sistema Agroalimentare

1.3 Sintesi del progetto:

Il progetto, per massimizzare la redditività e garantire una continua espansione in un mercato sempre più competitivo, prevede tre obiettivi realizzativi (OR) che si articolano nelle attività sotto elencate:

OR 1 DIVERSIFICAZIONE DELL'OFFERTA

Le attività previste metteranno a sistema l'esperienza delle eccellenze scientifico-tecnologiche operanti nel settore dell'acquacoltura.

A-1.1 - L'attività ha come obiettivo la realizzazione di un laboratorio in rete, con presenza di più nodi su scala regionale, che veda l'intervento sinergico e coordinato di aziende e istituti di ricerca. Verranno individuate nuove specie ittiche di interesse per la diversificazione ed effettuate prove di riproduzione ed allevamento larvale. Verranno inoltre svolte prove di allevamento di ombrina boccadoro finalizzate al miglioramento della qualità.

A-1.2 -Verrà costituito un stock di riproduttori di ricciola su cui saranno messe a punto tecniche di mantenimento in cattività e alimentazione, per garantire la produzione di gameti di qualità, nonché tecniche di manipolazione ed induzione ormonale. Sarà realizzata una gabbia sperimentale per il mantenimento dei riproduttori e la raccolta dei gameti.

OR 2 INCREMENTO DELLA PRODUTTIVITÀ

Le attività previste nell'OR2 hanno lo scopo di aumentare e migliorare la produttività dell'allevamento di spigola e orata.

A- 2.1 - Saranno definite le tecniche per la produzione di spigole di sesso femminile. Queste a differenza dei maschi presentano una maggiore velocità di crescita ed un miglior fattore di conversione. Questi due effetti sommati dovrebbero produrre un incremento di produttività di circa il 20%.

A- 2.2- L'innovazione, l'automazione ed il controllo dell'efficienza di alimentazione consentiranno di ridurre gli sprechi di mangime ed ottimizzare la sua utilizzazione. È prevista infatti la realizzazione di

prototipi sperimentali per l'alimentazione provvisti di sistemi di controllo della dispersione del mangime e dell'accrescimento dei pesci.

A-2.3 - Saranno effettuate prove di allevamento di ombrine destinate alla commercializzazione sotto forma di filetti. Il futuro dell'acquacoltura marina è indirizzato infatti verso la produzione di prodotti semilavorati. Per tale motivo una parte delle attività sarà rivolta alla definizione di sistemi di packaging dedicati che consentano di monitorare l'evoluzione della qualità del prodotto durante la sua shelf life.

A-2.4 - Questa attività è rivolta alla definizione ed al monitoraggio ed alla modifica del contenuto di omega3 nei prodotti durante tutti i suoi passaggi lungo la filiera.

OR 3 AZIONI A SUPPORTO DELL'INNOVAZIONE E DELLA COMPETITIVITÀ

L'obiettivo principale è la realizzazione di un network tra Imprese e Istituti Scientifici di ricerca pubblici e privati del settore, che garantisca all'acquacoltura siciliana la risoluzione dei principali problemi che rappresentano un freno allo sviluppo di competitività del settore.

Il progetto prevede l'introduzione di innovazione tecnologica incrementale con obiettivi specifici immediati:

A-3.1 Il miglioramento delle condizioni di allevamento sarà ottenuto tramite la prevenzione e il trattamento delle malattie infettive dei pesci, mediante l'impiego di biomolecole attive estratte da organismi marini. L'attenzione è rivolta alla scoperta di nuovi antibiotici con elevata efficacia che al contempo non abbiano effetti collaterali per l'uomo e per l'ambiente.

Saranno inoltre sperimentate nuove strategie di allevamento per incrementare il benessere degli animali allevati.

A-3.2 – Le attività prevedono la definizione di sistemi di allevamento di organismi acquatici capaci di ridurre il carico di nutrienti provenienti dagli allevamenti e l'utilizzo di tali organismi in mangimistica. Saranno formulati mangimi in cui la componente proteica marina verrà parzialmente sostituita da biomasse microalgali coltivate e prodotte con metodi di acquacoltura multitrofica.

1.4 Sintesi del Progetto EN:

The project, to maximize profitability and expansion in the increasingly competitive market, has three specific objectives of realization (OR) which will be achieved through the activities listed below:

The OR1 aims the connection of the system of scientific excellence and technological experience in the aquaculture (public research, production companies and universities) to build a critical mass capable of tackling and solving species diversification.

A-1.1 - The overall objective is a network operating on a regional scale, to see the synergistic action and coordinated production of marine aquaculture plants and research institutions, to increase the aquaculture production.

A-1.2 – A *S. dumerilii* broodstock will be set up and techniques to maintain and feed them will be developed, to ensure production of gametes, as well as techniques of manipulation, anaesthesia and hormonal induction and for the collection of gametes. A specific experimental cage will be realized to maintain the broodstock.

OR2 PRODUCTIVITY INCREASE

The OR2 activities are designed to improve the productivity of seabass and seabream, representing almost the entire Mediterranean and European production. These activities represent an opportunity for industry development through important technical-scientific progress and commercial applications.

A-2.1 - techniques to produce females sea bass will be established. Sea bass females, unlike the males, have a higher growth rate and a better conversion factor, and these two effects added together should produce an increase in productivity of about 20%.

A-2.2- This action involves the realization of experimental feeding systems for equipped with monitoring systems to check the feed dispersion and fish growth.

A-2.3 – A *Regius* rearing will be tested and to produce filets for their marketing. The future of marine aquaculture, with the aim of increasing competitiveness, it is directed towards the production of semi-finished products. For this reason, some of the activities will focus on the definition of dedicated packaging systems, involving the of indicators to monitor quality and shelf life.

A-2.4 – In the perspective of consumer's perception of aquaculture products, this activity is focused on defining, monitoring and modifying the omega3content in the product during all steps along the productive chain, so as to ensure their proper use.

OR3 ACTIONS TO SUPPORT INNOVATION AND COMPETITIVENESS

The main objective is to create a network between companies and scientific public and private research institutes, to solve some of main identified problems in Sicilian aquaculture industry, that represent an obstacle to the development of the sector's competitiveness.

The project involves technological innovation with immediate specific objectives:

A-3.1 The improvement of farming conditions will be achieved through prevention and treatment of fish diseases through the use of active biomolecules extracted from marine organisms. The action is focused on the discovery of new substances with antibiotic properties with high efficacy and, at the same time, with no side effects for the humans and the environment. Additionally, new rearing strategies will be tested with the goal of increasing the fish welfare. Ensuring the welfare increasing the production efficiency by improving the quantity, the product quality and the consumer perception.

A-3.2 - The activities include the definition of farming systems of aquatic organisms in order to reduce the nutrient loading and use these organisms in nutraceuticals or in animal feed. In fact, part of the activity is dedicated to the formulation of feed in which the marine component will be partially replaced by cultured microalgae biomass.

1.5 Descrizione dell'obiettivo generale del progetto

La competitività dell'acquacoltura mediterranea passa attraverso il continuo sviluppo e l'uso di tecnologie e tecniche di gestione innovative e deve essere quindi sostenuta da livelli avanzati di ricerca e tecnologia. Questi aspetti garantiscono inoltre la sostenibilità ambientale del settore, condizione necessaria per i consumatori che vogliono essere sempre più rassicurati sul fatto che la produzione dell'acquacoltura avvenga nel pieno rispetto dei requisiti ambientali.

Il progetto INNOVAQUA, in accordo con la politica di sviluppo del settore dettata dall'Unione Europea, coinvolge tutte le parti interessate a sostenere la strategia per l'acquacoltura, impegnando enti pubblici e realtà private a lavorare in partenariato. Il progetto si propone di stimolare il potenziale di sviluppo esistente nel settore dell'acquacoltura siciliana, contribuendo all'introduzione di innovazione tecnologica incrementale, attraverso la definizione di nuove tecnologie per l'industria che prevedono un'intensa attività di ricerca e sviluppo *in house*, e presso gli enti di ricerca e che coinvolgono diversi anelli della filiera produttiva.

I benefici dei risultati attesi dal progetto riguardano, pertanto, il rilancio dell'acquacoltura e la possibilità concreta che essa possa aumentare il suo livello di competitività e successo sul mercato coprendo l'intera catena di approvvigionamento, inclusi i prodotti di elevato valore e quelli innovativi, che soddisfano le esigenze dei consumatori all'interno ed all'esterno dell'UE.

Inoltre il progetto INNOVAQUA tiene in grande considerazione le esigenze di salute, sicurezza e sostenibilità dei consumatori. L'applicazione di tali requisiti consentirà di migliorare l'immagine del settore, ne faciliterà l'accesso ai mercati e avrà enormi ricadute economiche che si tradurranno in una rinnovata competitività e nella capacità di contrastare l'attuale stagnazione economica.

In particolare i principali risultati innovativi possono essere così sintetizzati:

- 1) L'acquisizione di conoscenze precise e riproducibili, e messa a punto di protocolli per la riproduzione indotta e l'allevamento di nuove specie ittiche pregiate, già note ed apprezzate dal consumatore, ma attualmente provenienti dalla pesca quali la ricciola, il tonno, l'ombrina ed attraverso l'acquisizione e la diffusione di conoscenze su specie ittiche diverse da quelle già oggetto di valutazione del potenziale di allevamento;
- 2) La creazione di nuovi prodotti e lo sfruttamento industriale di prodotti derivati, che possono costituire un ulteriore nuovo sbocco per le aziende del settore;
- 3) L'identificazione ed estrazione di prodotti naturali di derivazione algale e con provata attività antibiotica, in grado di provocare un minore impatto ambientale degli impianti e minori fenomeni di antibiotico resistenza negli organismi acquatici con le evidenti ripercussioni sulla catena alimentare. La proposta di un prodotto *antibiotic free* potrebbe favorirne l'affermazione sui mercati sempre più attenti alla ricerca del prodotto biologico
- 4) La progettazione e realizzazione di un sistema sperimentale integrato per la distribuzione automatica dell'alimento da utilizzare su un impianto di allevamento offshore comprendente un sistema di valutazione di biomassa allevata e un sistema di verifica sulla presenza di residui di mangime sul fondale al di sotto dell'allevamento.
- 5) Formulazione di mangimi *eco-friendly* utilizzando biomasse algali, scarti derivanti dalla produzione agricola, e organismi prodotti con metodi di acquacoltura multitrofica, in modo da ridurre le proteine provenienti dal comparto marino ad oggi impiegate nei mangimi tradizionali, diminuendo i costi di allevamento e aumentando le performance ambientali dell'acquacoltura.

1.6 Descrizione degli elementi di coerenza del progetto con il Piano di cui all'art.5 dell'Avviso MIUR prot.n.713/Ric. del 29 ottobre 2010, con le strategie del PON R&C, d'integrazione con le politiche regionali in materia di ricerca e innovazione, di rispetto dei principi orizzontali

Il progetto INNOVAQUA presenta numerosi punti di contatto coerente tra la logica e gli obiettivi del Piano di Sviluppo Strategico del Distretto tecnologico AgroBio e pesca ecocompatibile, in quanto le attività proposte sono finalizzate ad ottenere servizi innovativi a supporto dell'acquacoltura, in grado, da una parte, di rispondere efficacemente ai fabbisogni di innovazione di questo settore e, d'altra parte, di promuovere il Distretto nel suo potenziale ruolo di collegamento tra le realtà produttive e gli istituti di ricerca.

La coerenza del progetto proposto con le linee strategiche di sviluppo del Distretto è dimostrata dal fatto che il progetto renderà possibile lo sviluppo e l'ampliamento delle competenze delle imprese del Distretto nell'ambito dell'acquacoltura, ed i risultati attesi dal progetto renderanno possibile uno sfruttamento commerciale nell'area territoriale di competenza del Distretto.

Il D.T. Agro-Bio e pesca ecocompatibile prevede infatti tra le sue finalità lo sviluppo di applicazioni tecnologiche avanzate per migliorare le caratteristiche quali quantitative di animali e lo studio di metodologie innovative e la sperimentazione di tecniche per la riproduzione e l'allevamento di specie ittiche in ambiente marino, prevedendo quindi anche ricadute sull'industria ittica e sull'acquacoltura che permettono di accrescere la competitività del settore.

I contenuti e le finalità del progetto INNOVAQUA trovano coerenza anche con le strategie proposte dal PON R&C, prevedendo lo sviluppo di tecnologie di allevamento, definizione di diete e mangimi, crescita di conoscenze biologiche, patologiche, zootecniche con interventi di ricerca scientifica e tecnologica mirati che possano consentire un notevole sviluppo del settore.

Sostegno ai mutamenti strutturali

Il progetto si inquadra nell'Asse I del PON R&C 2007-2013 "Sostegno ai mutamenti strutturali" che mira ad introdurre innovazioni profonde nella economia delle Regioni della Convergenza, tra cui la Sicilia, orientando i sistemi produttivi verso nuove specializzazioni a elevato contenuto scientifico tecnologico e con potenzialità di sviluppo duraturo.

Il progetto INNOVAQUA risulta quindi in linea ai seguenti obiettivi operativi previsti dall'asse I del PON R&C 2007-2013:

1. *Aree scientifiche-tecnologiche generatrici di processi di trasformazione del sistema produttivo e creatrici di nuovi settori,;*
2. *Aree tecnologico-produttive per la competitività del sistema, tese a promuovere azioni strategiche integrate (Progetti di Innovazione) che, sono in grado di rendere il tessuto produttivo meridionale più competitivo nei settori identificati come strategici per le Regioni Convergenza.;*
3. *Reti per il rafforzamento del potenziale scientifico-tecnologico delle Regioni della Convergenza,*

Il progetto INNOVAQUA esalta anche la coerenza programmatica con le politiche regionali in materia di ricerca ed innovazione, risultando del tutto organico all'impianto della Strategia Regionale dell'Innovazione della Regione Siciliana, in quanto mirato a rafforzare il potenziale innovativo e il contenuto tecnico scientifico del sistema industriale dell'acquacoltura Siciliana, promuovendo e favorendo la collaborazione tra il sistema della ricerca e le imprese, favorendo quindi il trasferimento tecnologico alla filiera produttiva.

Coerentemente con i nuovi orientamenti della Commissione Europea e con gli indirizzi del QSN, Il progetto INNOVAQUA prevede il rispetto dei principi orizzontali, assicurando che l' svolgimento di tutte le attività previste tenga conto del loro impatto in termini di genere e di non discriminazione. Oltre a ciò, si cercherà di migliorare il coinvolgimento e la valorizzazione delle categorie che per cause sociali, economiche e culturali vivono in condizioni di svantaggio e la tutela e la promozione delle pari opportunità.

Saranno infatti adottate le misure necessarie per prevenire ogni discriminazione fondata sul sesso, la razza o l'origine etnica, la religione o le convinzioni personali, la disabilità, l'età o l'orientamento sessuale durante varie fasi del progetto.

2) STATO DELL'ARTE

A livello mondiale, per quanto riguarda la produzione alimentare, l'acquacoltura è il settore in cui si registra la crescita più consistente, con una crescita media annuale compresa tra il 6 e l'8%. Nel 2006 la produzione

mondiale raggiungeva 52 milioni di tonnellate (per un controvalore di circa 78,8 miliardi di US\$), con un aumento di un terzo dall'inizio del millennio, in soli sei anni.

Oggi l'acquacoltura fornisce già, a livello mondiale, quasi la metà dei pesci, dei crostacei e degli altri molluschi destinati al consumo umano (46%). Le previsioni della FAO (2010) indicano che questa velocità di crescita consentirà all'acquacoltura di colmare il crescente divario tra l'offerta del settore pesca e la domanda mondiale di pesce, fornendo più del 50% del fabbisogno mondiale di pesce già nel 2012.

Al momento, l'acquacoltura europea non partecipa pienamente alla crescita che interessa il settore a livello mondiale. La produzione acquicola globale dell'UE è aumentata in una misura compresa tra il 3 e il 4 % nel periodo 1995-1999, mentre tra il 2000 e il 2006 la produzione dell'UE è rimasta stagnante.

La domanda di prodotti della pesca e dell'acquacoltura da parte dei consumatori europei è in costante aumento, e poiché gli sbarchi derivanti dalle attività di pesca e la produzione acquicola non riescono a soddisfare questa richiesta, le importazioni garantiscono oltre il 60 % del consumo europeo.

Nella UE, l'Italia è il principale mercato dei prodotti dell'acquacoltura mediterranea ed è uno dei maggiori produttori.

In Italia, a metà degli anni '80 del secolo scorso, si è sviluppata una moderna ed efficiente acquacoltura di specie eurialine, quando i problemi, che derivavano principalmente dalla mancanza di inflazione della vescica natatoria, furono risolti (Moretti *et al.*, 2005), con una produzione che alla fine degli anni '90 è arrivata fino a 120 milioni di avannotti (Roncarati e Melotti, 2007).

La produzione nazionale è rappresentata per quasi il 70% da molluschi, mentre la piscicoltura, pur contribuendo solo il 30% alla produzione nazionale, garantisce oltre il 57% al valore complessivo (ISMEA, 2006). Attualmente, la produzione italiana di specie eurialine occupa una posizione significativa nell'acquacoltura europea, con una produzione totale di circa 20.000 t, principalmente spigola e orata (MIPAF, 2007). Nel 2008, l'acquacoltura italiana ha sorpassato la pesca marittima, garantendo per il 51% alla produzione ittica nazionale.

L'acquacoltura siciliana occupa un ruolo di rilievo dal punto di vista quantitativo e per il peso economico relativo nello scenario nazionale (Santulli e Modica, 2009).

In Sicilia il comparto è caratterizzato quasi esclusivamente dall'allevamento in gabbia di spigole ed orate, con una produzione di oltre 2.000-2.500t/anno che rappresenta il 20/25% della produzione nazionale. (IREPA, 2008; MIPAF, 2007). A questa va aggiunta la produzione di tonno, circa 1300t (Santulli, 2009), attualmente sospesa in seguito alla moratoria sulla pesca imposta dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, e una piccola quantità di altre specie ittiche pregiate, tra le quali, saraghi, dentici, pagri, ombrine e seriole, che ammonta a circa l'1% della produzione (ARTA, 2008; Modica *et al.*, 2008).

In Sicilia vengono allevate anche alcune specie di acqua dolce (Milano, 2008), sia autoctone quali la trota macrostigma (*Salmo cettii*), che alloctone come la trota iridea (*Oncorhynchus mykiss*) e il gambero di acqua dolce (*Cherax* spp.). Si prevede che il settore si svilupperà rapidamente nei prossimi anni, in considerazione dell'elevato numero di bacini presenti nella Regione (<http://laghivivi.it/>). Questi interventi, tuttavia, andranno monitorati con molta cautela, in considerazione del fatto che le specie acquatiche alloctone sono state individuate dalla Comunità Internazionale come una delle principali cause di perdita di biodiversità.

Nelle Province di Siracusa, Messina e Trapani sono localizzati impianti di produzione di molluschi, essenzialmente dediti alla stabulazione, che garantiscono una produzione di circa 700 t, che incide in maniera poco significativa sul valore totale della produzione regionale (Prioli, 2008).

L'acquacoltura in Sicilia, in aggiunta alle difficoltà comuni europee, soffre per la stagnazione dell'economia regionale e per le difficoltà in generale nel garantire una stabile e duraturo sviluppo economico (MIPAF, 2007).

La politica europea nel campo dell'acquacoltura, e di conseguenza quella nazionale e quella regionale, ha come obiettivo una crescita di produzione annua del 3,4-4,0 % (Sturrock *et al.*, 2008). In uno scenario più ottimistico (Bostock *et al.*, 2008) l'acquacoltura europea crescerà ad un tasso necessario a soddisfare il disavanzo tra produzione e domanda di mercato. In questo scenario, la produzione di spigola e orata avrà un tasso di crescita di circa il 22% nei prossimi dieci anni (Bostock *et al.*, 2008).

Per raggiungere tali obiettivi l'acquacoltura europea dovrà essere supportata da un'intensa attività di ricerca scientifica che abbia come finalità: la ricerca di nuovi mercati di sbocco, la diversificazione delle specie e l'utilizzazione di tecnologie di produzione innovative, efficienti e rispettose dell'ambiente (Sturrock *et al.*, 2008).

In quest'ottica, la Commissione Europea con il documento "Costruire un futuro sostenibile per l'acquacoltura: Un nuovo impulso alla strategia per lo sviluppo sostenibile dell'acquacoltura europea (COM 2009/162 del 08.04.2009) ha evidenziato la necessità di implementare lo "sviluppo sostenibile dell'industria dell'acquacoltura, così che questa possa assumere un ruolo guida nell'ambito della "rivoluzione azzurra", con

riguardo sia alla produzione alimentare in sé, alla tecnologia e all'innovazione, che alla fissazione di norme e procedure di certificazione a livello europeo ed internazionale”.

La competitività dell'acquacoltura mediterranea deve quindi passare attraverso il continuo sviluppo e l'uso di tecnologie e tecniche di gestione innovative e deve essere quindi sostenuta da livelli avanzati di ricerca e tecnologia. Questi aspetti garantiscono inoltre la sostenibilità ambientale del settore, condizione necessaria per i consumatori che vogliono essere sempre più rassicurati sul fatto che la produzione dell'acquacoltura avvenga nel pieno rispetto dei requisiti ambientali.

Il progetto INNOVAQUA si propone di realizzare quanto proposto dalla comunità europea, coinvolgendo tutte le parti interessate a sostenere questa strategia per l'acquacoltura, ed impegnando enti pubblici e realtà private a lavorare in partenariato, per liberare il potenziale di sviluppo esistente.

La realizzazione del progetto permetterà determinanti innovazioni tecnologiche nei sistemi e nei processi di allevamento, ma anche di individuare sinergie tra le realtà produttive e i settori associati (p. es. attrezzature, mangimi per pesci, industrie del settore zoosanitario).

I benefici dei risultati attesi dal progetto riguardano, pertanto, il rilancio dell'acquacoltura e la possibilità concreta che essa possa aumentare il suo livello di competitività e successo sul mercato coprendo l'intera catena di approvvigionamento, inclusi i prodotti di elevato valore e quelli innovativi, che soddisfano le esigenze dei consumatori all'interno ed all'esterno dell'UE.

Inoltre il progetto INNOVAQUA tiene in grande considerazione le esigenze di salute, sicurezza e sostenibilità dei consumatori. L'applicazione di tali requisiti consentirà di migliorare l'immagine del settore, ne faciliterà l'accesso ai mercati e avrà enormi ricadute economiche che si tradurranno in una rinnovata competitività e nella capacità di contrastare l'attuale stagnazione economica.

In accordo con la politica dell'Unione Europea, Nazionale e regionale, il progetto INNOVAQUA persegue l'obiettivo di contribuire all'incremento della produttività e della competitività dell'acquacoltura siciliana.

3) DESCRIZIONE DELL'OBIETTIVO FINALE

Il progetto INNOVAQUA configura la realizzazione, su scala regionale, di una rete di eccellenza interdisciplinare dedicata al settore dell'acquacoltura con applicazione di processi innovativi applicati ai cicli di produzione di specie ittiche, trasformazione e miglioramento della qualità del prodotto e azioni innovative a supporto della produzione.

La proposta progettuale riguarda lo sviluppo di tecnologie e protocolli innovativi per la diversificazione e implementazione delle specie allevabili, creando nuovi prodotti e proponendo lo sfruttamento industriale di prodotti derivati, in grado di rispondere efficacemente ai fabbisogni di innovazione del settore.

A tal fine, con riferimento al prodotto/processo/servizio da sviluppare, evidenziare:

- caratteristiche e prestazioni da realizzare

Il progetto di ricerca è finalizzato all'introduzione di innovazione tecnologica incrementale attraverso la definizione di nuove tecnologie per l'industria grazie ad un'intensa attività di ricerca e sviluppo *in house*, con il supporto del mondo scientifico regionale e nazionale.

Le prestazioni previste sono essenzialmente di ricerca industriale, svolte congiuntamente da Enti di Ricerca Regionali ed Impresa del settore.

Lo sviluppo di procedure, strumenti e tecnologie innovative previsti nell'ambito di INNOVAQUA hanno principalmente lo scopo di:

- realizzare di laboratorio in rete, con presenza di più nodi su scala regionale, che veda l'intervento sinergico e coordinato di aziende produttive di acquacoltura marina e istituti di ricerca, con lo scopo di aumentare l'offerta di prodotti;
- costituire stocks di riproduttori di nuove specie (tra cui la ricciola, *Seriola dumerilii*) su cui saranno messe a punto le tecniche di mantenimento, alimentazione, manipolazione, induzione ormonale e raccolta dei gameti, utilizzando anche impianti sperimentali;
- aumentare e migliorare la produttività dell'allevamento di spigola e l'orata. In particolare saranno definite le tecniche per la produzione di spigole di sesso femminile, che presentando maggiore velocità di crescita e migliore fattore di conversione, permetteranno un incremento di produttività di circa il 20%;
- la realizzazione di un sistema sperimentale per l'alimentazione dei pesci ed il controllo dell'efficienza di alimentazione. La realizzazione del sistema permetterà di ridurre i costi dovuti agli sprechi di mangime ed ottimizzare la sua utilizzazione, dando la possibilità al soggetto industriale proponente di essere maggiormente competitivo in un settore ad elevata concorrenza;
- definizione di sistemi di *packaging* di nuovi prodotti lavorati provenienti dall'acquacoltura e monitoraggio e modifica del contenuto di omega3 nei prodotti di allevamento, in modo da garantire la qualità del prodotto allevato al consumatore;
- il miglioramento delle condizioni di allevamento tramite la prevenzione e il trattamento delle malattie infettive dei pesci, mediante l'impiego di biomolecole attive estratte da organismi marini e che non abbiano effetti collaterali per l'uomo e per l'ambiente;
- la definizione di sistemi di allevamento di organismi acquatici, allo scopo di ridurre il carico di nutrienti che fluisce dall'impianto ed utilizzare tali organismi in nutraceutica o in mangimistica;
- formulazione di mangimi *eco friendly* in cui la componente marina verrà sostituita parzialmente da biomasse microalgali coltivate, riducendone quindi i costi ed aumentando la redditività dell'allevamento;

- specifiche quantitative da conseguire

Valori dei principali parametri operativi.

Le specifiche quantitative che si intende conseguire con la realizzazione delle attività previste dal progetto INNOVAQUA riguardano la possibilità di:

- aumentare l'offerta di prodotti proveniente dagli allevamenti ittici, aumentando il numero delle specie allevabili;
- massimizzare la produttività dell'allevamento;
- minimizzare i costi di allevamento attraverso la migliore gestione dell'alimentazione;
- ridurre i costi ambientali dell'allevamento riducendo l'uso di antibiotici ed abbattendo i carichi inquinanti che fluiscono dagli impianti;
- ridurre i costi, ambientali ed economici, di alimentazione grazie alla messa a punto e formulazione di mangimi con sostituzione delle proteine animali con proteine di origine vegetale;

- migliorare la qualità del prodotto allevato e/o trasformato;
- migliorare la commercializzazione del prodotto implementando il packaging e la conservazione del prodotto;
- principali problematiche di R&S
Indicazione delle principali problematiche tecnico-scientifiche o tecnologiche da risolvere per conseguire l'obiettivo e descrizione delle soluzioni che si intendono studiare.

Le problematiche tecnico scientifiche da risolvere per conseguire gli obiettivi previsti sono:

- Individuazione di nuove specie e definizione delle tecniche di riproduzione;
- mantenimento e manipolazione di uno stock di riproduttori di ricciola (*Seriola dumerilii*);
- manipolazione del sesso nella spigola attraverso la modifica dei parametri ambientali durante le fasi di allevamento larvale;
- definizione di un distributore sperimentale di mangime per l'alimentazione dei pesci allevati in vasche a terra, attraverso la ingegnerizzazione e l'implementazione con tecnologie di controllo computerizzate;
- Definizione di tecniche per l'allungamento della shelf life dei prodotti dell'acquacoltura. Si con tecnologie di mantenimento dei pesci interi che con packaging innovativi che attraverso film dedicati e sensori colorimetrici consentano di mantenere e monitorare la qualità dei prodotti;
- Miglioramento delle condizioni di allevamento (welfare) degli animali, con conseguente miglioramento della qualità dei prodotti e sulla sua conservabilità. Le indicazioni dell'UE, attraverso l'EFSA, impongono il raggiungimento ed il mantenimento di condizioni di allevamento che preservino il benessere degli animali. Tale obiettivo verrà raggiunto attraverso la messa a punto di biomolecole e di condizioni di allevamento più favorevoli;
- Il surplus di nutrienti che fuoriesce dagli impianti determina effetti misurabili sull'ambiente. Tale eccedenza di nutrienti può essere utilizzata e quindi ridotta con la coltura intorno alle gabbie o nelle acque reflue di organismi animali e vegetali. Il progetto intende procedere alla definizione di tecnologie di allevamento che consentano di produrre organismi utilizzabili per l'estrazione di molecole bioattivi o per ala produzione di mangimi;

4) DURATA (IN MESI) E DATA DI INIZIO DEL PROGETTO

DURATA: 33 MESI

Inizio progetto: 01/10/2012

5) LUOGHI DI SVOLGIMENTO DEL PROGETTO E DESCRIZIONE DELLA COMPAGINE DEI PROPONENTI

Il Progetto sarà completamente sviluppato nella Regione Sicilia. In particolare, le zone di imputazione geografica dei costi si trovano nelle provincie di Palermo, Trapani, Messina e Siracusa.

	Partner Industriali	acronimo
1.	CoRiSvI (Acqua Azzurra spa)	CoRiSvI

	Partner scientifici	
2.	Università degli studi di Palermo	Unipa
3.	Università degli studi di Messina	Unime
4.	CNR (Istituto Ambiente Marino Costiero)	Iamc Me
5.	Istituto zooprofilattico sperimentale della Sicilia	IZSS

1. CoRiSvI (Acqua Azzurra S.p A.) – Acronimo: AA

Acqua Azzurra S.p.A. è un'impresa consorziata del partner Consorzio Ricerca Sviluppo Innovazione – CoRiSvI. Possiede un impianto di acquacoltura intensivo che produce spigole, orate ed altre specie con

ciclo completo in un unico sito. La produzione si svolge in quattro reparti (avannotteria, ingrasso a terra, ingrasso a mare e confezionamento) che sono indipendenti l'uno dall'altro da un punto di vista gestionale, di personale, di mezzi, di magazzini, di gestione degli ordini e a capo dei quali si trova un responsabile di reparto. La produzione è dettata dal piano di produzione annuale che regola le quantità di avannotti da produrre sia la quantità di pesce da vendere a taglia commerciale.

Sotto Reparto Preingrasso

Il sottoreparto del preingrasso consente la gestione di avannotti pronti per il trasferimento in altri reparti della stessa azienda o destinati alla vendita ad altri impianti di acquacoltura. Il pesce può sostare fino al raggiungimento di un peso medio di circa 25 gr.. L'acqua utilizzata proviene da pozzi di acqua di mare ed è naturalmente filtrata dalla roccia. Il mangime viene somministrato manualmente da personale dedicato. Le vasche in cemento vengono pulite giornalmente ed il reparto utilizza attrezzature separate stoccate in magazzino dedicato.

2. UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MESSINA

- **Dip. Biologia Animale ed Ecologia Marina, Laboratorio T.A.R.Ge.T.; Laboratorio Ecologia Microbica Acquatica**
– Acronimo: Unime Baem
- **Dip. Chimica Organica e Biologica**
– Acronimo: Unime Cob
- **Dip. Sanità Pubblica Veterinaria, Sezione di Ispezione Degli Alimenti Di Origine Animale**
– Acronimo: Unime Isaom
- **Dip. Sanità Pubblica Veterinaria, Sez. Patologia**
– Acronimo: Unime Pat
- **Dip. Scienze della Vita “M. Malpighi”, Sez. Botanica e Sez. Fisiologia**
– Acronimo: Unime Scivi
- **Dip. Scienze Sperimentali E Biotecnologie Applicate, Fisiologia Applicata Ed Etologia Comparata (Prof. G. Piccione)**
– Acronimo: Unime SSBA
- **Dipartimento di Chimica Industriale e Ingegneria dei Materiali**
– Acronimo: Unime Ciim

3. UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

- **DiSTeM, Sez. Ecologia (Prof. A. Mazzola)**
– Acronimo: Unipa Distem
- **Dip. Bionec, Laboratorio di Biochimica Marina, Trapani**
– Acronimo: Bionec
- **Dip. STEMPIO Sez. Chimica Organica**
– Acronimo: Unipa CO

4. CNR (Istituto Ambiente Marino Costiero UOS MESSINA)

– Acronimo: Iamc CNR Me

5. Istituto zooprofilattico sperimentale della Sicilia, Palermo

– Acronimo: Izss

6) RESPONSABILE DEL PROGETTO

Dott. Andrea Santulli

Nato a Napoli il 7 novembre 1957

Laurea in Scienze Biologiche

Ricercatore (Conf. /Bio06) Facoltà di Scienze MM.FF.NN., Università degli Studi di Palermo.

Responsabile del Laboratorio di Biochimica Marina (Trapani) del Dipartimento Bionec, Università degli Studi di Palermo

7) OBIETTIVI, ATTIVITÀ E TEMPISTICA

7.1 STRUTTURA DEL PRODOTTO/PROCESSO/SERVIZIO

Il progetto è stato articolato in tre obiettivi realizzativi. Per ognuno di essi è stato individuato un coordinatore scientifico, scelto tra la componente scientifica e industriale.

I Coordinatori di OR, insieme al responsabile del progetto, andranno a costituire il Comitato di Coordinamento del progetto, che avrà il compito di monitorare ed indirizzare le attività di ricerca per tutta la durata del progetto, interfacciandosi con il Distretto.

Ogni OR è distinto in una serie di attività.

Il referente di ogni attività avrà il compito contribuire alla raggiungimento degli obiettivi attraverso un azione sinergica tra le diverse sottoattività.

Ogni sotto attività fa capo ad un singolo Ente o Azienda, è coordinata da un responsabile scientifico già individuato ed è autonoma dal punto di vista scientifico e amministrativo.

La struttura del progetto, comprensiva delle attività e sottoattività previste, è riassunta nella seguente tabella, in cui sono indicati anche i soggetti terzi (Consulenti) partecipanti (ove previsti).

7.2 OBIETTIVI REALIZZATIVI E ATTIVITÀ

OR 1-DIVERSIFICAZIONE DELL'OFFERTA.

Stato dell'arte

Dal 1990 ad oggi, la produzione dell'acquacoltura mondiale si è quasi raddoppiata. Nei prossimi anni l'acquacoltura dovrebbe contribuire a coprire la differenza tra richiesta del mercato e produzione della pesca. Secondo stime recenti nel 2025 la differenza tra richiesta del mercato (115 milioni di Ton) e produzione della pesca (60 milioni di Ton) sarà di 55 mt.

A fronte di più di 22.000 specie di pesci conosciute, la produzione mondiale della piscicoltura, si basa soltanto su 160 specie. L'incremento del numero delle specie "domesticate" dovrebbe rappresentare, quindi, uno degli scopi principali delle attività di ricerca finalizzate all'incremento della produttività.

Nell'ultimo ventennio, però, l'acquisizione di conoscenze sulla biologia degli organismi acquatici di interesse per l'acquacoltura ha consentito di incrementare sensibilmente la produzione di pesci, molluschi e crostacei, sia in acque dolci che salmastre o salate, e si ipotizza che nei prossimi due decenni potranno essere allevate circa 50 nuove specie.

Anche per l'acquacoltura Mediterranea, lo sviluppo del settore ha indotto un notevole interesse alla diversificazione delle specie da allevare. Ciò è dovuto principalmente ad una assuefazione al prodotto tradizionale e ad una eccessiva produzione di quest'ultimo, che supera di gran lunga la richiesta dei consumatori, con conseguente crollo dei prezzi.

Ad oggi la spigola (*D. labrax*) e l'orata (*S. aurata*), allevate in impianti a terra e in gabbie galleggianti, rappresentano la quasi totalità della produzione dell'acquacoltura marina mediterranea, alla quale l'acquacoltura marina italiana contribuisce con poco più di 10100 t (MIPAF, 2007).

L'allevamento nazionale delle specie ittiche marine, pur essendo fortemente insidiato dalle produzioni provenienti da Grecia, Turchia e Nord Africa, sembra essere a tutt'oggi il ramo dell'acquacoltura con le migliori prospettive di sviluppo.

Uno dei principali punti di debolezza dell'acquacoltura sia italiana che mediterranea sta proprio nel numero limitato di specie utilizzabili: il mercato, infatti, è caratterizzato da una elevata disponibilità di prodotto, con una conseguente e progressiva riduzione dei prezzi e quindi dei profitti delle aziende coinvolte.

Appare chiaro, quindi, che per evitare il collasso del settore è determinante mettere a punto metodologie di allevamento per nuove specie, superando quindi i limiti rappresentati dalle scarse conoscenze sulla biologia riproduttiva delle specie e sulle tecnologie di alimentazione delle varie fasi del ciclo biologico.

Attualmente, le specie autoctone oggetto di valutazione del potenziale di allevamento sono: dentice (*Dentex dentex*), pagello bastardo (*Pagellus acarne*), rovello (*Pagellus bogaraveo*), pagello fragolino (*Pagellus erythrinus*), pagro (*Pagrus pagrus*), sarago maggiore (*Diplodus sargus*), sarago pizzuto (*Diplodus puntazzo*), sarago fasciato (*Diplodus vulgaris*), ricciola (*Seriola dumerili*), tonno rosso (*Thunnus thynnus*), cernia bruna (*Epinephelus marginatus*), gallinella (*Trigla lucerna*), rombo chiodato (*Psetta maxima*), sogliola (*Solea solea*), ombrina (*Umbrina cirrosa*), cefali (*Mugil cephalus*, *Liza ramada*, *L. aurata*, *L. saliens* e *Chelon labrosus*).

Riguardo la possibilità di successo dell'allevamento "industriale" delle specie sopra citate, sono poche quelle il cui stadio delle ricerche (in termini di capacità riproduttiva e performance di ingrasso) è ad un livello tale da avvicinarsi, seppur timidamente, alle specie tradizionali costituite da spigola ed orata.

Attività previste

Le attività previste dall'OR1 hanno lo scopo di mettere a sistema l'esperienza delle eccellenze scientifico-tecnologiche operanti nel settore dell'acquacoltura (Enti Pubblici di Ricerca, Aziende di produzione e Università) per costituire una massa critica capace di affrontare e risolvere il problema della diversificazione delle specie.

L'intervento ha come obiettivo generale la realizzazione di laboratorio operante in rete con presenza di più nodi su scala regionale, che veda l'intervento sinergico e coordinato di aziende produttive di acquacoltura marina e istituti di ricerca, con lo scopo di aumentare l'offerta di prodotti e costituire anche un osservatorio permanente sullo sviluppo dell'acquacoltura regionale e mediterranea e l'adeguamento delle tecnologie.

Il CNR IAMC di Messina, di concerto con il nodo istituito presso l'Università di Messina, coordinerà le attività svolte presso gli impianti produttivi, che fungeranno da nodi della rete

Risultati attesi

- 1) Realizzazione del laboratorio in rete per l'introduzione di nuove specie mediterranee per l'acquacoltura siciliana e allestimento della struttura con funzione di nodo di coordinamento, presso l'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (U.O.S. di Messina) del CNR;
- 2) Incremento della sinergia tra le aziende produttive locali e le attività di ricerca;
- 3) Coordinamento e diffusione dei risultati delle ricerche alle aziende di acquacoltura.

Il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'Obiettivo Realizzativo 1 – "Diversificazione dell'offerta" contribuirà al problema "diversificazione", grazie all'acquisizione di conoscenze precise e riproducibili, per arrivare alla messa a punto di protocolli per la riproduzione indotta e l'allevamento di specie ittiche pregiate, già note ed apprezzate dal consumatore, ma attualmente provenienti dalla pesca quali la ricciola, il tonno, l'ombrina ed attraverso l'acquisizione e la diffusione di conoscenze su specie ittiche diverse da quelle già oggetto di valutazione del potenziale di allevamento.

A - 1.1. LABORATORIO IN RETE PER L'INTRODUZIONE DI NUOVE SPECIE MEDITERRANEE PER L'ACQUACOLTURA SICILIANA

L'attività proposta ha lo scopo di mettere a sistema l'esperienza di collaborazione che scaturirà dalla realizzazione del progetto per costituire una massa critica nella dotazione scientifico-tecnologica siciliana con una connotazione settoriale/disciplinare comune, attraverso la costruzione di una filiera di eccellenza scientifico-tecnologica che coinvolga enti, imprese e università operanti nel settore dell'acquacoltura.

Il laboratorio in rete opererà su scala regionale con sinergico e coordinato di aziende produttive di acquacoltura marina e istituti di ricerca, con lo scopo di aumentare l'offerta di prodotti e costituire anche un

osservatorio permanente sullo sviluppo dell'acquacoltura regionale e mediterranea e l'adeguamento delle tecnologie.

S A 1.1.1. Costituzione e conduzione del Laboratorio in rete per l'introduzione di nuove specie mediterranee per l'acquacoltura siciliana

L'intervento ha come obiettivo la realizzazione laboratorio in rete per l'introduzione di nuove specie mediterranee per l'acquacoltura siciliana, che avrà il nodo di coordinamento presso l'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (U.O.S. di Messina) del CNR, che è già dotato di un impianto di acquacoltura sperimentale. La sotto attività prevede anche il coordinamento dell'intero obiettivo realizzativo (OR 1)

Esecutore Attività: CNR

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: CNR, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (Uos. Messina)

Risultato: Realizzazione del laboratorio in rete per l'introduzione di nuove specie mediterranee per l'acquacoltura siciliana e allestimento della struttura con la funzione di nodo di coordinamento, presso l'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (U.O.S. di Messina) del CNR.. Incremento della sinergia tra le aziende produttive locali e le attività di ricerca; coordinamento e diffusione dei risultati della ricerche alle aziende di acquacoltura

S A 1.1.2. Conduzione Centro Sperimentale Acquacoltura Siciliana presso Università di Messina

Formazione e conduzione di un Centro Sperimentale dedicato alla messa in rete di tutte le attività destinate al coordinamento di tutte le azioni tendenti al sinergismo tra aziende ed enti di ricerca, che farà da collante e da filtro al Laboratorio in Rete Regionale.

Esecutore Attività: Unime

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: Unime Baem (Messina)

Risultato: Formazione e conduzione di un Centro Sperimentale dedicato alla messa in rete di tutte le attività destinate al coordinamento di tutte le azioni tendenti al sinergismo tra aziende ed enti di ricerca, che farà da collante e da filtro al Laboratorio in Rete Regionale.

S A 1.1.3. Individuazione di nuove specie ittiche per acquacoltura

Sarà esplorata la possibilità e la fattibilità di allevare specie ittiche diverse da quelle tradizionali, per incrementare e diversificare l'offerta dell'acquacoltura regionale.

Dopo aver selezionato le specie più promettenti per l'allevamento sulla base delle caratteristiche di adattabilità all'ambiente confinato, si passerà al reperimento di individui selvatici adulti da destinare alla costituzione del parco riproduttori (broodstock). I riproduttori in buono stato di salute e ritenuti ottimali per le prove di riproduzione, saranno stabulati, presso l'impianto sperimentale di acquacoltura dell'IAMC CNR di Messina. Al fine di favorire la fisiologia del processo riproduttivo e la deposizione spontanea dei gameti, in questa fase verranno prese in considerazione la densità di allevamento, il rapporto sessi, le caratteristiche dell'"habitat" di allevamento (temperatura, profondità, intensità luminosa) e gli aspetti nutrizionali dal punto di vista quali-quantitativo.

La sotto attività prevede anche il coordinamento dell'intero obiettivo realizzativo (OR 1)

Esecutore Attività: CNR

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: CNR, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (Messina)

Risultato: numero di specie ittiche innovative individuate per le azioni di diversificazione e relativa costituzione del parco riproduttori.

S A 1.1.4. Definizione delle tecniche di manipolazione e induzione ormonale

Gli obiettivi specifici di questa attività sono l'individuazione e messa a punto delle tecniche di manipolazione dei riproduttori più idonee ed il controllo dell'evento riproduttivo.

Verrà considerata contestualmente, sia la possibilità di ottenere la riproduzione spontanea che la riproduzione indotta con l'ausilio di presidi ormonali attraverso la valutazione del loro successo qualitativo.

A tal fine verranno monitorata la maturazione gonadica delle femmine per individuare il livello di severità di un eventuale problema riproduttivo e lo stadio di sviluppo gonadico in cui è necessario intervenire.

Verrà, inoltre, valutata la quantità e qualità delle uova prodotte (caratteristiche morfologiche e galleggibilità e modalità di segmentazione), la quantità e qualità del seme (concentrazione, densità e percentuale di motilità degli spermatozoi) e la percentuale di fertilizzazione e di schiusa.

La sotto attività prevede anche il coordinamento dell'intero obiettivo realizzativo (OR 1)

Esecutore Attività: CNR

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: CNR, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (Messina)

Risultato: indicatori quali-quantitativi dei gameti prodotti e percentuale di fertilizzazione e di schiusa ottenuta dalle specie selezionate, da avviare alla fase successiva.

S A 1.1.5. Schiusa delle uova, allevamento larvale e svezzamento

Dopo la schiusa, nel primo giorno di vita, le larve ottenute saranno trasferite in apposite vasche troncoconiche e sarà, quindi, attivata la catena trofica per la produzione di alimenti vivi necessari in questa prima fase dell'allevamento larvale.

Durante questa fase saranno tenuti costanti alcuni parametri quali salinità, temperatura, pH e sarà regolato opportunamente il fotoperiodo. Verrà posta particolare attenzione alla qualità dell'acqua attraverso l'utilizzo di appositi sistemi di filtrazione.

Nella fase di svezzamento dagli alimenti vivi saranno provati mangimi di tipo commerciale, capaci di ottimizzare le performance di crescita e fornire tutti gli elementi nutrizionali necessari per il benessere e la salute delle larve.

La sotto attività prevede anche il coordinamento dell'intero obiettivo realizzativo (OR 1)

Esecutore Attività: CNR

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: CNR, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (Messina)

Risultato: quantità di larve e giovanili di specie ittiche innovative da destinare alla fasi successive del ciclo produttivo (pre-ingrasso e ingrasso).

S A 1.1.6. Prove di allevamento di novellame di ombrina boccardoro, A.regius

Presso l'impianto di Acqua Azzurra verranno condotte prove di allevamento di novellame di ombrina bocca d'ora, allo scopo di definire le modalità di allevamento ed ingrasso di questa che rappresenta una specie di sicuro interesse per la diversificazione della produzione dell'acquacoltura siciliana.

Esecutore Attività: CoRiSvI

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: Acqua Azzurra SpA, Siracusa

Risultato: definizione dei protocolli di allevamento in vasca della specie, test di packaging e commercializzazione dei filetti ottenuti.

S A 1.1.7. Valutazione della qualità di Ombrina trasformata

Descrizione

Su campioni di ombrina sfilettate verranno condotte analisi finalizzate ad evidenziare la qualità attraverso parametri merceologici (resa in parte edibile e scarto), biochimico-nutrizionali (composizione grezza, profilo aminoacidico, profilo degli acidi grassi) e dietetici (valore energetico, indici di aterogenicità e trombogenicità, indice di qualità lipidica), al fine di verificare l'effetto dell'allevamento e della

trasformazione sulla qualità del prodotto. Fasi: 1) definizioni protocolli di campionamento, 2) valutazioni prestazioni zootecniche in fase di allevamento; 3) analisi composizione corpo intero e parte edibile. La sotto attività prevede anche il coordinamento dell'intero obiettivo progetto.

Esecutore Attività: Unipa

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: Bionec, Laboratorio di Biochimica Marina, Trapani

Risultato: Definizione dei parametri per la determinazione della qualità dell'ombrina in relazione al sistema di allevamento e alla tecnica di trasformazione e packaging.

S A 1.1.8. Valutazione della conservabilità di Ombrina trasformata

Le azioni svolte saranno indirizzate a ricavare informazioni utili all'individuazione della durata della shelf-life per le due specie provenienti da allevamento, adozione di misure, accorgimenti, norme di buona prassi per preservare e prolungare la shelf-life.

La conservabilità verrà valutata su base sensoriale (Quality Index Method – Huidobro et al., 2000) e microbiologica, con particolare riferimento alla conta e identificazione dei principali Specific Spoilage Organisms (Dalgard et al, 1996 – 1999). **Fasi:** Pianificazione del protocollo analitico in funzione dei processi produttivi; Applicazione del protocollo analitico.

Esecutore Attività: Unime

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: Università di Messina, ISAOM, Messina

Risultato: Ottenimento di scenari di conservabilità in base alle caratteristiche del sistema di allevamento e di commercializzazione. Definizione di specifiche tabelle di Quality Index Method. Caratterizzazione della flora microbica alterante

A - 1.2. CENTRO SPERIMENTALE PER LA GESTIONE DI STOCK DI RIPRODUTTORI DI SERIOLA IN VASCA A TERRA ED IN GABBIE A MARE

L'obiettivo realizzativo principale è la costituzione di lotti di riproduttori di seriola da gestire sia in vasche a terra che in gabbie a mare. La possibilità di gestire i lotti in modo separato e differente contribuirà a stilare il miglior protocollo di gestione possibile per una specie molto promettente nel Mediterraneo. La manipolazione dei riproduttori a terra e a mare incrementerà le conoscenze di base per l'allevamento e la riproduzione di una specie pelagica che presenta specifiche esigenze in relazione a quantità e qualità dell'acqua di allevamento. Le vasche a terra saranno fornite di un adeguato sistema di filtrazione e trattamento dell'acqua che oltre a garantire un ottimale stato sanitario degli animali in stock, consentirà durante il periodo di riproduzione anche il controllo della temperatura in modo da prolungare anche il periodo di riproduzione. In contemporanea le gabbie a mare consentiranno una gestione più vicina alle condizioni naturali e forniranno anche un bacino di stabulazione per le vasche a terra.

SA 1.2.1 Realizzazione prototipo di gabbia per riproduttori di seriola e prove in mare

Allo scopo di semplificare le procedure di manipolazione e di limitare lo stress indotto da queste manovre sugli animali, verranno definiti i modelli per lo sviluppo di una vasca per l'allevamento dei riproduttori di seriola e di una gabbia galleggiante per i riproduttori di tonno, equipaggiate con un sistema di retini, di maglia adeguata, che consentano la cattura delle uova fecondate emesse dai riproduttori, spontaneamente o dopo induzione ormonale.

Si provvederà alla realizzazione di progetti che, sulla base delle esperienze e dei suggerimenti degli operatori, consentano di mettere a punto:

una gabbia per il contenimento e la gestione dei riproduttori di tonno, fornita di un sistema per la raccolta delle uova fecondate.

Installazione di una gabbia off shore per la gestione di uno stock di riproduttori di ricciola

Descrizione: In contemporanea alla SA 1.2.3 l'installazione delle gabbie a mare consentirà una gestione più vicina alle condizioni naturali e potrebbe contribuire alla produzione di gameti in mare aperto. Verranno posizionate 2 gabbie galleggianti in mare aperto appositamente progettate per gestire riproduttori di tipo pelagico. Si utilizzeranno reti in materiale particolarmente resistente come il dyneema. La gestione dei

riproduttori in mare aperto in gabbie dedicate consentirà una notevole riduzione di fattori stressanti per riproduttori di origine selvatica consentendo una più facile adattamento alla vita in cattività. Forniranno anche un bacino di stabulazione per le vasche a terra.

Gestione del ciclo di allevamento larvale delle ricciole

Esecutore Attività: CoRiSvI

Tipologia Attività: SS

Luogo di svolgimento dell'Attività: Acqua Azzurra SpA, Siracusa

Consulenze e servizi equivalenti:

Risultato: prototipo di vasca per riproduttori di seriola, protocolli di utilizzazione del prototipo

Installazione di una gabbia off-shore per la gestione di uno stock di riproduttori

SA 1.2.2 Gestione riproduttori

Attività:

Cattura e costituzione degli stock di riproduttori da gestire in vasca a terra ed in gabbia galleggiante

descrizione: costituire alcuni lotti di riproduttori di seriola da gestire separatamente sia in vasche a terra che in gabbie a mare. La possibilità di gestire i lotti in modo separato e differente contribuirà a stilare il miglior protocollo di gestione possibile per una specie molto promettente nel Mediterraneo. La manipolazione dei riproduttori a terra e a mare incrementerà le conoscenze di base per l'allevamento e la riproduzione di una specie pelagica che presenta specifiche esigenze in relazione a quantità e qualità dell'acqua di allevamento.

Allestimento ed adeguamento di 1/2 vasche a terra per la gestione dei riproduttori comprensiva di adeguato sistema sperimentale di filtrazione e ricircolo con possibilità di gestione della temperatura dell'acqua

descrizione: Le vasche a terra saranno fornite di un adeguato sistema di filtrazione e trattamento acqua che oltre a garantire un ottimale stato sanitario degli animali in stock, consentirà durante il periodo di riproduzione anche il controllo della temperatura in modo da prolungare anche il periodo di riproduzione. Verranno adattate 2 vasche preesistenti presso l'azienda Acqua Azzurra mediante modifica strutturale e verrà implementato un sistema di filtrazione per acqua di mare che garantisca elevate quantità di acqua di mare per far fronte alle richieste in allevamento a terra tipiche della specie. Le 2 vasche verranno dotate di circuiti chiusi integrati da un sistema di riscaldamento che garantirà sia di mantenere le caratteristiche qualitative dell'acqua costanti nel tempo sia di intervenire mediante riscaldamento sull'acqua per meglio gestire le fasi di maturazione e deposizione.

Gestione alimentare dei riproduttori

Descrizione: In questa fase è prevista la gestione alimentare dei riproduttori mediante un programma alimentare costituito da pesce e molluschi decongelati che verranno, per motivi sanitari relativi all'intero allevamento, distribuiti con una piccola imbarcazione dedicata. La distribuzione del pesce decongelato potrà successivamente ad una fase di adattamento dei riproduttori, essere sostituita da una distribuzione di alimento semiumido preparato presso le strutture di Acqua Azzurra.

Conoscenze per la preparazione di alimenti semiumidi già disponibile e acquistabile presso ditte private.

Esecutore Attività: CoRiSvI

Durata Attività: inizio mese 2 – fine mese 33

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: Acqua Azzurra SpA, Siracusa

Risultato: costituzione degli stock di riproduttori, gestione dei riproduttori e alimentazione.

SA 1.2.3 Gestione e manipolazione del ciclo riproduttivo della ricciola

Definizione di un protocollo di gestione dei riproduttori in merito al ciclo riproduttivo.

È prevista la verifica dello stato di maturazione mediante prelievo di gameti per verificare il corretto andamento del ciclo ormonale. E' prevista l'attuazione di un protocollo di induzione ormonale nel caso in cui si verificano disfunzioni riproduttive legate alla mancanza in vasca di riproduzione di adeguati stimoli ambientali.

Descrizione:

Le diverse strategie riproduttive, che dipendono dall'habitat in cui le specie vivono, si riflette nello sviluppo gonadico, con importanti conseguenze sulla fecondità e sulle caratteristiche di deposizione. Nelle femmine, infatti, è possibile riconoscere tre differenti tipologie di sviluppo ovarico: sincrono, sincrono a gruppi

(singoli o multipli) e asincrono; mentre nei maschi lo sviluppo della gonade ha un andamento più omogeneo che può essere paragonato a uno sviluppo di tipo asincrono. Nei pesci, come in altri vertebrati, i processi riproduttivi sono controllati sia da ritmi biologici interni, sia da fattori ambientali esterni; questi ultimi, vengono rilevati dall'animale e trasformati dal sistema nervoso centrale in segnali fisiologici. La principale comunicazione tra sistema nervoso centrale e le gonadi avviene attraverso il sistema endocrino. I pesci allevati spesso non riescono a completare i processi che portano alla deposizione/spermi azione, per cui è importante lo studio dettagliato dell'asse ipotalamo-ipofisi-gonade. Gli ormoni dell'asse ipotalamo-ipofisi-gonade vengono utilizzati per indurre l'ovulazione e l'emissione dei gameti nelle specie che presentano disfunzioni riproduttive; generalmente in allevamento le femmine, pur completando la vitello genesi, non sono in grado di attivare spontaneamente i processi fisiologici per promuovere l'ovulazione e la decomposizione delle uova. L'utilizzo di GnRH ha indubbi vantaggi rispetto all'uso di ipofisi/estratti ipofisari perché permette un dosaggio più preciso, non variabile in funzione del contenuto di GtH dell'ipofisi del donatore, ed evita il rischio di trasmissione di patogeni dalla specie donatrice alla ricevente. Per prolungare la stimolazione del GtH e per evitare lo stress da manipolazione, che di per sé può essere causa di atresia follicolare o di cattiva qualità delle uova, si sono messi a punto preparati di aGnRH a lento rilascio dai quali l'aGnRH viene liberato anche per periodi di 7-8 settimane; l'impiego di questa nuova generazione di "sistemi a rilascio prolungato" ha dato interessanti risultati su diverse specie ittiche quali spigola, orata, cefalo, pagro, ombrina, cernia. I sistemi più efficaci sono costituiti da matrici biodegradabili a base di copolimeri dell'acido lattico e dell'acido glicolico in forma di microsferi o impianti solidi costituiti da polimeri dell'acetato di etilene e di vinile che rilasciano lentamente e in modo continuo l'aGnRH contenuto nella matrice, stimolando il rilascio continuo di GtH dall'ipofisi. Promuovono quindi emissioni multiple nelle specie che hanno sviluppo ovarico sincrono a gruppi multipli e ovo-deposizione frazionata, come la spigola, l'ombrina e la cernia, e in specie a deposizione asincrona come l'orata. Anche nei maschi vengono utilizzati trattamenti a base di impianti di aGnRH, generalmente a dosi più basse (1-10 µg/kg) per promuovere la spermi azione, con l'effetto di aumentare il volume di sperma prodotto senza alterarne la qualità, la concentrazione e il tempo di emissione. I vantaggi di questa nuova generazione di induttori sono molteplici: evitano interventi ripetuti sui riproduttori, riducono lo stress che deriva da successive manipolazioni e anestesie, e sono più compatibili con i principi del benessere animale, riducono i tempi di lavoro in avannotteria e quindi i costi, promuovono emissioni multiple, senza ridurre la qualità dei gameti.

Esecutore Attività: Unime

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: Unime, SSBA, Messina

Risultato: Incremento delle conoscenze di base relative all'allevamento e alla riproduzione di una specie pelagica che presenta specifiche esigenze in relazione a quantità e qualità dell'acqua di allevamento, realizzazione di protocolli di induzione ormonale applicabili nel caso in cui si verificano disfunzioni riproduttive legate alla mancanza in vasca di riproduzione di adeguati stimoli ambientali.

SA 1.2.4 Attività di supporto al Centro sperimentale per la gestione di stock di riproduttori di Seriola

Descrizione:

L'attività prevederà il controllo qualitativo delle acque di allevamento, monitorando i principali parametri chimico-fisici correlati alle performance produttive. Inoltre verranno supportate le attività di monitoraggio delle fasi di sviluppo larvale della Seriola.

Esecutore Attività: Unime

Tipologia Attività: RI

Risultato: Controllo della qualità delle acque di allevamento, monitoraggio dei principali parametri chimico-fisici correlati alle performance produttive.

OR 1 DIVERSIFICAZIONE DELL'OFFERTA		
Riepilogo Risultati		
		Descrizione
A-1.1	Laboratorio in rete per l'introduzione di nuove specie mediterranee per l'acquacoltura siciliana	
SA-1.1.1	Costituzione e conduzione del Laboratorio in rete per l'introduzione di nuove specie mediterranee per l'acquacoltura siciliana	Realizzazione del laboratorio in rete per l'introduzione di nuove specie mediterranee per l'acquacoltura siciliana e allestimento della struttura con la funzione di nodo di coordinamento, presso l'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (U.O.S. di Messina) del CNR. Incremento della sinergia tra le aziende produttive locali e le attività di ricerca; coordinamento e diffusione dei risultati della ricerche alle aziende di acquacoltura.
SA-1.1.2	Conduzione Centro Sperimentale Acquacoltura Siciliana presso Università di Messina	Formazione e conduzione di un Centro Sperimentale dedicato alla messa in rete di tutte le attività destinate al coordinamento di tutte le azioni tendenti al sinergismo tra aziende ed enti di ricerca, che farà da collante e da filtro al Laboratorio in Rete Regionale
SA-1.1.3	Individuazione di nuove specie ittiche per acquacoltura	Nuove specie ittiche innovative individuate per le azioni di diversificazione e relativa costituzione del parco riproduttori.
SA-1.1.4	Definizione delle tecniche di manipolazione e induzione ormonale	indicatori quali-quantitativi dei gameti prodotti e percentuale di fertilizzazione e di schiusa ottenuta dalle specie selezionate, da avviare alla fase successiva.
SA-1.1.5	Schiusa delle uova, allevamento larvale e svezzamento	larve e giovanili di specie ittiche innovative da destinare alla fasi successive del ciclo produttivo (pre-ingrasso e ingrasso)
SA-1.1.6	Prove di allevamento in vasca di novellame di ombrina boccadoro finalizzato a prove di trasformazione A.regius,	Verranno definite i protocolli di allevamento in vasca della specie e sui pesci prodotti sarà possibile effettuare test di packaging e commercializzazione dei filetti ottenuti
SA-1.1.7	Valutazione della qualità di Ombrina allevate e trasformate	Caratterizzazione della qualità dell'ombrina in relazione al sistema di allevamento e trasformazione.
SA-1.1.8	Valutazione della conservabilità di Ombrina allevate e trasformate	1. Ottenimento di scenari di conservabilità in base alle caratteristiche del sistema di allevamento e di commercializzazione 2. Definizione di specifiche tabelle di Quality Index Method 3. Caratterizzazione della flora microbica alterante
A 1.2.	Centro Sperimentale per la gestione di stock di riproduttori di Seriola in vasca a terra ed in gabbie a mare	
SA1.2.1	realizzazione di un prototipo di gabbia e prove	prototipo di vasca per riproduttori di seriola, protocolli di utilizzazione del prototipo, installazione di una gabbia off-shore per la gestione di uno stock di riproduttori .
SA1.2.2	gestione riproduttori di seriola	costituzione degli stock di riproduttori, protocolli per gestione dei riproduttori e alimentazione
SA1.2.3	Gestione e manipolazione del ciclo riproduttivo della ricciola	Possibilità di costituzione di uno stock di riproduttori da gestire in vasca a terra ed in gabbia galleggiante Incremento delle conoscenze di base relative all'allevamento e alla riproduzione di una specie pelagica che presenta specifiche esigenze in relazione a quantità e qualità dell'acqua di allevamento. Possibilità di produrre di gameti in mare aperto. Possibilità di Realizzare protocolli di verifica del corretto andamento del ciclo ormonale mediante prelievo di gameti. Realizzazione di protocolli di induzione ormonale applicabili nel caso in cui si verificano disfunzioni riproduttive legate alla mancanza in vasca di riproduzione

		di adeguati stimoli ambientali.
SA1.2.4	Attività di supporto al centro sperimentale per la gestione di stock di riproduttori di seriola	Controllo della qualità delle acque di allevamento, monitoraggio dei principali parametri chimico-fisici correlati alle performance produttive.

OR 2 INCREMENTO DELLA PRODUTTIVITÀ E DELLA QUALITÀ

Determinazione sessuale della spigola

Stato dell'arte

Sia a livello nazionale che europeo la parte preponderante della produzione ittica da acquacoltura è fornita essenzialmente dall'allevamento di due specie ittiche: la spigola e l'orata. In particolare questa produzione è realizzata principalmente in Spagna, Francia e Grecia oltre che in Italia. Assolutamente da non trascurare sono le produzioni di altri paesi del mediterraneo che negli ultimi anni hanno investito nel settore e che a breve entreranno a regime di produzione e dove questa produzione è in forte crescita. In questo contesto è facile immaginare come si vada incontro ad un aumento esponenziale della concorrenza anche in questo settore. Questo rappresenta già un problema reale (vedi la Grecia) al quale si potrà far fronte solo attraverso una continua innovazione di processo o di prodotto. In quest'ottica la ricerca scientifica potrebbe portare opportunità di sviluppo all'industria tramite importanti progressi tecnico-economici-commerciali.

In merito alla prima azione dell'Or esistono pubblicazioni scientifiche che mettono in risalto alcune sperimentazioni condotte in proposito. Da queste emerge la possibilità di poter gestire la differenziazione sessuale della spigola con alcuni accorgimenti innovativi del processo produttivo. In particolare si potrebbe modificare il rapporto maschi/femmine degli stock di avannotti prodotti con la tecnica sperimentale allontanandoci dai rapporti comuni di 70/80% di maschi e 20/30% di femmine. E' infatti noto che a parità di età e trattamento, le femmine di spigola presentano un peso vivo maggiore rispetto ai soggetti di peso maschile ed in particolare le femmine superano il peso dei maschi nella misura del 30/40%.

Ad oggi non esistono ricerche volte a valutare le caratteristiche organolettiche, l'idoneità alla trasformazione, l'incremento della conservabilità, le caratteristiche merceologiche, biochimico-nutrizionali e dietetiche dei prodotti così ottenuti.

Attività previste

Il progetto prevede la conduzione in azienda di prove condotte su 3 differenti lotti di riproduttori selezionati per provenienza geografica, con i quali intraprendere 2 cicli di sperimentazione nei tre anni di durata del progetto ed in particolare:

1° anno (2 cicli di produzione)

- a) Discussione e predisposizione dei 2 piani sperimentali relativi al primo anno
- b) Controlli a 160, 200 e 240 giorni di età (2 volte l'anno, cioè 1 volta per ciclo)
- c) elaborazione dati e discussione (2 volte l'anno, cioè 1 volta per ciclo)

2° anno (2 cicli di produzione)

- a) Discussione e predisposizione dei 2 piani sperimentali relativi al secondo anno
- b) Controlli a 160 e 240 giorni di età, salvo che in base ai risultati del primo anno non si decide di fare diversamente
- c) elaborazione dati e discussione

3° anno (2 cicli di produzione)

- a) Discussione e predisposizione dei 2 piani sperimentali relativi al terzo anno
- b) Controlli a 160 e 240 giorni di età, salvo che in base ai risultati del primo anno non si decide di fare diversamente
- c) elaborazione dati e discussione

Alla fine dei cicli produttivi e dopo l'ottenimento di prodotti a taglia commerciale verranno condotte delle verifiche volte a definire i tratti identificativi della qualità e prove di conservabilità tramite modelli consolidati di verifica analitica e studio statistico dei risultati.

Risultati attesi

Possibilità di ridurre la durata del ciclo produttivo

Possibilità di disporre più rapidamente di vasche/gabbie da destinare a nuovi cicli produttivi
Possibilità di ridurre la durata dell'immobilizzazione del capitale (biomassa presente in allevamento con annesso rischio biologico)
Possibilità di produrre pezzature maggiori a parità di ciclo produttivo
Miglior indice di conversione biologico
Miglior indice di conversione finanziario
Migliore predisposizione alla trasformazione
Migliore resa del filetto
Migliore conservabilità
Minore impatto sull'ambiente
Minore utilizzo di mangimi

Automazione e controllo della somministrazione del mangime

Stato dell'arte

Nell'allevamento intensivo di specie ittiche marine, l'elevata incidenza del costo dei mangimi (40%) di quello di produzione complessivo e la consapevolezza circa il ruolo primario dell'alimentazione nel generare reflui potenzialmente eutrofizzanti, impongono l'adozione di piani alimentari e pratiche di alimentazione sempre più efficienti al fine di assicurare sostenibilità economica ed ambientale alle imprese di settore. L'obiettivo gestionale cui mirare per ottenere la migliore sintesi tra redditività ed eco-compatibilità dell'allevamento consiste nel raggiungimento di un target economico-produttivo atteso minimizzando l'indice di conversione alimentare. Tra i vari parametri che contribuiscono al raggiungimento dell'obiettivo consideriamo in particolare l'aspetto dell'adozione di corretti livelli di razionamento (quantità di mangime da distribuire) del piano alimentare. Teoricamente l'individuazione dei livelli ottimali di razionamento dovrebbe basarsi sul monitoraggio, e per quanto possibile sul controllo, da parte dell'allevatore, di tutti i principali fattori biotici ed abiotici noti influenzare l'appetito e la capacità di ingestione dei pesci allevati. In teoria i pesci tendono a commisurare l'ingestione dell'alimento al proprio fabbisogno calorico e quindi alla densità energetica del mangime. Sempre in linea teorica quindi sarebbe possibile applicare un'equazione derivata da studi di laboratorio che fornisca la base di un modello biomatematico di tabella di alimentazione. Nella pratica dell'allevamento però esistono numerose variabili, di tipo ambientale e non, che possono modificare il consumo di mangime. L'uso di una tabella non può quindi prescindere da una taratura personalizzata dell'allevatore che faccia fronte a tutta una serie di variabili legate a fattori diversi come temperatura, torbidità, ossigeno dell'acqua di mare, maree, galleggibilità del mangime, metodi di distribuzione, curve di crescita, tassi di mortalità, variazioni giornaliere di appetito. Tali fattori esogeni ed endogeni fanno sì che la razione consumata vari da quella teoricamente calcolata. Il disporre di dati costantemente aggiornati sulle variazioni medie ponderali del pesce diviene basilare al fine della stima della biomassa presente su cui commisurare i quantitativi di mangimi da distribuire. Una tecnologia già applicata al settore mette infatti a disposizione degli operatori scanners e sistemi combinati di visione subacquea di tipo digitale che combinati ad un software sono in grado di elaborare il peso medio dei pesci presenti in gabbia in modo abbastanza preciso. Anche la pratica e la tecnologia della distribuzione dell'alimento interattive con un programma di razionamento, con una curva di crescita personalizzata e con un sistema di verifica sul mangime distribuito costituirebbe un sistema integrato sperimentale di corretta distribuzione di mangime. Quest'ultimo aspetto in particolare, grazie ad un collegamento diretto tra distributore automatico e sensore posto sul fondo della gabbia garantirebbe un'immediata interruzione della somministrazione quando per motivi diversi il mangime arriverebbe sul fondo della gabbia senza essere ingerito dai pesci. La progettazione di un sistema sperimentale integrato da utilizzare su un impianto offshore comprendente un sistema di valutazione di biomassa, un sistema di distribuzione automatica montato direttamente su gabbia, un sistema che consenta di mettere in evidenza la dispersione di mangime non consumato costituirebbe un importante passo in avanti per l'acquacoltura siciliana.

Attività previste

progettazione di un sistema integrato di controllo, distribuzione, verifica.
Costruzione del sistema con la particolare applicazione ad un sistema di allevamento in mare completamente offshore. Il sistema comprenderà un distributore semiautomatico con alimentazione da silos a bordo del natante dedicato alla distribuzione a mare, un sistema di verifica per la biomassa, un sistema ad ultrasuoni

dotato di meccanismo a feedback sul distributore. Verifiche ambientali e monitoraggio ambientale delle gabbie e delle vasche.

Valutazioni sulla qualità e sulla conservabilità dei prodotti di acquacoltura ottenuti in condizioni di gestione sperimentale automatizzata dell'alimentazione.

Possibilità di applicare un sistema di distribuzione mangime simile nelle vasche di allevamento a terra.

Risultati attesi

realizzare una corretta gestione del piano alimentare con un sistema in grado di rilevare precocemente e precisamente la perdita di pellets non ingeriti e di bloccare la distribuzione al fine di impedirne lo spreco.

Realizzare un sistema sperimentale integrato che indichi correttamente le quantità di mangime da distribuire in base ad una lettura reale della biomassa presente

Ritorno economico per miglioramento degli indici di conversione

Ecocompatibilità dell'allevamento

Miglioramento delle condizioni lavorative per gli operatori degli impianti di acquacoltura

A - 2.1. DETERMINAZIONE SESSUALE DELLA SPIGOLA

In molte specie di pesci nei due sessi la velocità di crescita risulta differente, è stato dimostrato, inoltre, che in alcune specie è possibile intervenire sulla determinazione del sesso, modificando così la sex ratio.

Nella spigola le femmine crescono ad una velocità significativamente maggiore rispetto ai maschi. In questa specie gonocorica, inoltre, è possibile intervenire sulla determinazione del sesso modificando alcuni parametri di allevamento.

S A 2.1.1. Determinazione sessuale della spigola

La spigola è dal punto di vista riproduttivo una specie gonocorica (dioica) e una volta che il sesso è stato determinato rimane invariato per tutta la vita dell'animale. La riproduzione è annuale e l'attività riproduttiva è stimolata da vari fattori ambientali: temperatura, fotoperiodo, fasi lunari, etc. Di conseguenza, anche le tecniche d'allevamento, agendo su fattori vari (temperatura, salinità, fotoperiodo, alimentazione, densità d'allevamento, etc.), sembrano essere in grado di modificare l'andamento della differenziazione sessuale e le relazioni tra taglia ed età. Il rapporto tra i sessi, in condizioni di allevamento, è fortemente spostato in favore del sesso maschile: si ha in media il 75% di maschi contro il 25% di femmine. Questo rapporto potrebbe significare che alcune condizioni ambientali, comunemente riscontrate in allevamento, sono in grado di modulare il processo di differenziazione sessuale. Al fine di incrementare la produttività della spigola in allevamento si esploreranno alcuni protocolli di allevamento in fase larvale capaci di influire direttamente sulla determinazione sessuale delle spigole allevate. La spigola si presta infatti a tali protocolli in quanto il sesso viene determinato oltre che da fattori genetici anche da fattori ambientali che soprattutto intervengono nelle prime fasi di vita. Lo scopo è garantire, in considerazione della miglior crescita presentata dai soggetti di sesso femminile, una crescita più veloce con una migliore uniformità di taglia dei lotti di avannotti prodotti in allevamento. Verranno allestiti appositi settori di allevamento larvale dove sarà possibile manipolare le condizioni ambientali di allevamento. In condizioni normali di allevamento ed in particolar modo in quegli impianti di produzione che, quantomeno nelle prime fasi di sviluppo larvale, impiegano acqua "calda" al fine di accelerare l'accrescimento larvale e ridurre i tempi di permanenza in avannotteria, il normale rapporto sessi dei lotti di avannotti prodotti è solitamente di 80% maschi, 20% femmine. Solo per chiarezza, si precisa che a parità di età, i soggetti di sesso femminile presentano un peso vivo superiore di circa il 30% rispetto ai soggetti di sesso maschile.

Pertanto, obiettivo finale del progetto è quello di spostare quanto più possibile tale rapporto in favore dei soggetti di sesso femminile, senza per altro condizionare pesantemente ed in maniera tecnicamente ed economicamente "insostenibile" la gestione dell'avannotteria. Questo obiettivo potrà essere raggiunto modificando il protocollo di produzione dell'avannotteria in funzione dell'accoppiata "tempo/temperatura" che permette il risultato economico migliore. Il rapporto sessi osservato in ciascun lotto di produzione, in primo luogo ma non solo, è fortemente condizionato da due fattori:

- 1) La temperatura dell'acqua durante le prime fasi di sviluppo larvale
- 2) La durata del trattamento con acqua a temperatura "ridotta"

Questo secondo aspetto, riveste una importanza strategica in quanto condiziona pesantemente la gestione dell'avannotteria, facendo di questa parte dell'impianto di produzione un "fattore limitante" l'intera

produzione. Di conseguenza, testare diverse accoppiate “temperatura-tempo” per valutarne l’effetto sul rapporto sessi dei lotti di avannotti prodotti è di assoluta necessità. Solo in questo modo si potrà ottimizzare la percentuale di femmine presenti in ciascun lotto prodotto, senza per altro rendere tecnicamente ed economicamente insostenibile la gestione dell’avannotteria. Per questo motivo, obiettivo intermedio sarà quello di modificare, in favore dei soggetti di sesso femminile, il rapporto sessi nei lotti prodotti (obiettivo del 1° e del 2° anno di ricerca) rinviando alla fase finale la scelta dei parametri di allevamento tecnicamente ed economicamente più convenienti. Strumento di verifica intermedio è: l’osservazione del rapporto sessi raggiunto nei lotti prodotti in condizioni sperimentali. Tale osservazione sarà basata sull’esame istologico, microscopico e/o macroscopico delle gonadi di un campione rappresentativo di ciascun lotto sperimentale. Strumenti di verifica finale saranno: confronto tra il rapporto sessi dei lotti di avannotti prodotti secondo il protocollo di produzione ordinariamente utilizzato (standard) e quello sperimentale; verifica della maggior biomassa prodotta a parità di durata del ciclo produttivo e di altre condizioni di allevamento (alimentazione, densità, ecc.), verifica che sarà effettuata mediante prove di accrescimento e verifica della conversione alimentare; comparazione del risultato economico ottenuto nei due casi sopra descritti.

Esecutore Attività: Unime

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell’Attività: Unime, SSBA, Messina

Risultato (misurabile): Riduzione del ciclo produttivo, Possibilità di disporre più rapidamente di vasche/gabbie da destinare a nuovi cicli produttivi, Riduzione della durata dell’immobilizzazione del capitale (biomassa presente in allevamento con annesso rischio biologico); possibilità di produrre pezzature maggiori a parità di ciclo produttivo. Miglioramento indice di conversione biologico, miglioramento indice di conversione finanziario, miglioramento predisposizione alla trasformazione. Miglioramento resa del filetto, conservabilità, riduzione impatto sull’ambiente e utilizzo di mangimi

S A 2.1.2. Supporto alla sperimentazione

Acqua Azzurra Spa provvederà, nel rispetto del protocollo stilato dal soggetto responsabile, all’adeguamento delle vasche di allevamento curando in particolare l’adeguamento degli impianti di monitoraggio e controllo della temperatura ed ossigeno. Al fine di gestire le temperature di esercizio delle vasche verrà condizionata l’acqua in ingresso tramite apposita pompa di calore/caldaia che tramite uno scambiatore termico modificherà la temperatura dell’acqua di allevamento. La permanenza prolungata a basse temperature dell’acqua di allevamento richiederà una maggiore disponibilità di alimento vivo per un intervallo di tempo prolungato.

La sotto attività prevede il coordinamento dell’intero obiettivo realizzativo (OR2).

Esecutore Attività: CoRiSvI

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell’Attività: Acqua Azzurra SpA, Siracusa

Risultato: Definizione ed applicazione dei protocolli per la modifica della sex ratio nelle spigole allevate

S A 2.1.3. Valutazioni qualitative, conservabilità

La SA avrà lo scopo di determinare se maggiori incrementi ponderali possano essere alla base anche di migliori caratteristiche organolettiche, maggiore idoneità alla trasformazione e incremento della conservabilità. A tal fine verranno presi in considerazione, subito dopo la cattura e nel corso dell’intero periodo di conservazione, alcuni parametri qualitativi quali l’evoluzione del biochimismo muscolare post-mortale, la Water Holding Capacity (WHC), il colore (mediante codifica CIE L*a*b*), le caratteristiche reologiche (resistenza al taglio), le caratteristiche organolettiche (mediante specifico Quality Index Method – Huidobro et al., 2000) e quelle microbiologiche con particolare riferimento alla conta e identificazione dei principali Specific Spoilage Organisms (Dalgard et al, 1996 – 1999). Tali dati verranno elaborati in funzione delle caratteristiche del substrato e dei principali parametri ambientali oltre che in relazione alla distribuzione percentuale delle taglie del lotto esaminato e di quelli eventualmente pescati dalla stessa gabbia / vasca, al fine di creare algoritmi predittivi per la definizione della shelf-life e della qualità. Oltre a ciò verranno realizzate delle determinazioni della stabilità termica del complesso acto-miosinico mediante tecniche elettroforetiche di SDS-PAGE, valutando le differenze significative tra gruppi con sesso e accrescimento

omogeneo. Le fasi prevederanno: pianificazione del protocollo analitico in funzione dei processi produttivi, applicazione del protocollo analitico su differenti stock ed abbinamento dei dati con i parametri di accrescimento e col sesso, applicazione del protocollo analitico a gruppi di pesci su cui è stata realizzata l'induzione sessuale, realizzazione dei modelli predittivi e produzione di scenari inerenti la qualità del prodotto finito. Gli obiettivi sono quelli di individuare i parametri fondamentali per l'incremento della qualità e della conservabilità della spigola allevata, relazionare tali parametri alle pratiche messe in campo per la definizione del sesso, realizzare un algoritmo predittivo capace di correlare i suddetti dati e quelli relativi alle caratteristiche della conservazione, al fine di definire la durata della shelf-life, individuare parametri oggettivi in grado di determinare l'idoneità alla trasformazione della spigola allevata. I cicli di produzione valutati saranno almeno 5, i campioni effettuati per ogni ciclo di produzione almeno 60.

Esecutore Attività: UNIME

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: UNIME, ISAOM, Messina

Risultati: Realizzazione di un algoritmo predittivo, Individuazione dei parametri relativi all'idoneità alla trasformazione.

S A 2.1.4. Valutazioni della qualità del prodotto

Le azioni svolte in tale attività saranno finalizzate a verificare l'effetto della determinazione sessuale nella spigola, sui tratti identificativi della qualità. Si valuteranno indicatori della qualità dal punto di vista merceologico (resa in parte edibile e scarto), biochimico-nutrizionale (composizione grezza, profilo aminoacidico, profilo degli acidi grassi) e dietetico (valore energetico, indici di aterogenicità e trombogenicità, indice di qualità lipidica). Le fasi di lavoro prevedranno la definizione dei protocolli di campionamento, e le analisi della composizione corpo intero e parte edibile. La sotto attività prevede anche il coordinamento dell'intero obiettivo progetto.

Esecutore Attività: UNIPA

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: UNIPA, BIONEC, Laboratorio Di Biochimica Marina, Trapani

Risultato: Definizione dei parametri per la valutazione degli effetti della produzione di lotti "tutte femmine" sulla qualità del prodotto sotto l'aspetto nutrizionale, energetico, merceologico, tecnologico.

A - 2.2. AUTOMAZIONE E CONTROLLO DELLA SOMMINISTRAZIONE DEL MANGIME

La messa a punto di sistemi di somministrazione semiautomatici di mangime per le vasche a terra e le gabbie a mare rappresenta un passo importante per la diminuzione dell'uso di mangimi. Migliorare l'efficienza di alimentazione e ridurre la dispersione di alimento significa ridurre i costi di produzione nel rispetto di un programma di sostenibilità integrato.

S A 2.2.1. Progettazione e realizzazione di un prototipo e di una linea di distribuzione mangime per le vasche a terra

Acqua Azzurra Spa progetterà un sistema di distribuzione semiautomatico del mangime al fine di ottimizzare le rese produttive e la corretta gestione dei carichi alimentari. Si prevede la realizzazione di:

- a. Silo di stoccaggio per mangime secco pellettizzato.
- b. Sistema di dosatura.
- c. Disco rotante distributore.
- d. Sistema di controllo.
- e. Sistema di alimentazione elettrica.
- f. automezzo speciale per distribuire il mangime nei silo.

Il sistema di controllo comprende un computer che può essere programmato per gestire l'alimentazione nel modo e nei tempi prestabiliti, così che il giorno può venire suddiviso in un numero di intervalli durante i quali l'erogazione può essere variata. Così facendo si evita, ad esempio, la sovralimentazione (e quindi lo spreco di mangime) in caso di abbassamento della temperatura dell'acqua e, nello stesso modo, nel caso di un aumento di temperatura viene distribuita una quantità maggiore di pellets.

Il programma si può adattare alla crescita dei pesci quando questi, crescendo, hanno bisogno di maggiori quantità di alimento. Questo ciclo può essere attivato e programmato in tempi diversi (più volte/giorno). L'obiettivo è la realizzazione ed adattamento del sistema sperimentale di distribuzione semiautomatica di mangime per pesci, contribuendo alla riduzione impatto ambientale, miglioramento delle condizioni di lavoro del personale, migliore gestione dell'allevamento.

Esecutore Attività: CoRiSvI

Tipologia Attività: SS

Luogo di svolgimento dell'Attività: Acqua Azzurra SpA, Siracusa

Risultato: Realizzazione ed adattamento del sistema sperimentale di distribuzione semiautomatica di mangime per pesci, riduzione impatto ambientale, miglioramento delle condizioni di lavoro del personale, migliore gestione dell'allevamento. Valutazione adattamento e modifiche del trasportatore mangime mobile (automezzo) e del distributore mangime granulare

S A 2.2.2. Valutazione degli effetti sul prodotto, qualità organolettiche e nutrizionali

Sui campioni di pesci alimentati con il distributore automatico verranno condotte analisi finalizzate ad evidenziare gli effetti della distribuzione automatica sulla qualità attraverso valutazione di performance zootecniche, parametri merceologici (resa in parte edibile e scarto), biochimico-nutrizionali (composizione grezza, profilo aminoacidico, profilo degli acidi grassi) e dietetici (valore energetico, indici di aterogenicità e trombogenicità, indice di qualità lipidica). Le fasi di lavoro prevedranno la definizione protocolli di campionamento, valutazioni prestazioni zootecniche in fase di allevamento; analisi composizione corpo intero e parte edibile. La sotto attività prevede anche il coordinamento dell'intero obiettivo progetto.

Esecutore Attività: UNIPA

Durata Attività: inizio mese 6 – fine mese 33

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: UNIPA, BIONEC, Laboratorio Di Biochimica Marina, Trapani

Risultato: Informazioni in grado di indicare gli effetti della distribuzione automatica del mangime sulla qualità sotto l'aspetto nutrizionale, energetico, merceologico, tecnologico.

S A 2.2.3. Valutazione degli effetti sulla conservabilità

La conservabilità verrà valutata su base sensoriale (Quality Index Method – Huidobro et al., 2000) e microbiologica, con particolare riferimento alla conta e identificazione dei principali Specific Spoilage Organisms (Dalgard et al, 1997, 2002). Le fasi di lavoro saranno finalizzate a ricavare informazioni utili all'individuazione della durata della shelf-life per le due specie provenienti da allevamento, adozione di misure, accorgimenti, norme di buona prassi per preservare e prolungare la shelf-life.

Esecutore Attività: UNIME

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: UNIME, ISAOM, Messina

Risultato: Definizione di parametri qualitativi in funzione di diversi pattern d'incremento ponderale. Sviluppo di indicatori qualitativi utili anche alla valutazione dell'idoneità alla trasformazione della spigola allevata. Impiego di modelli predittivi per la documentazione della conservabilità

A - 2.3. TRASFORMAZIONE DEL PRODOTTO

La diversificazione dell'offerta sarà realizzata attraverso la messa a punto di tecnologie innovative di conservazione, trasformazione e confezionamento che consentano il mantenimento delle qualità nutritive e sensoriali dei prodotti dell'acquacoltura durante tutto il periodo di *shelf-life* con particolare attenzione allo sviluppo di nuove tipologie di prodotto che attraggano il consumatore conquistando nuovi segmenti di mercato.

S A 2.3.1. Refrigerazione passiva

Il comparto della pesca ha, come principale dei problemi, la forte deperibilità del pescato, che limita la quantità e la qualità dei mercati raggiungibili dai prodotti freschi.

Gli attuali sistemi di refrigerazione consentono una shelf life massima del prodotto di circa 5 giorni che, in caso di particolari cure ed attenzioni può raggiungere i 7 giorni. Il limite di utilizzo della refrigerazione tradizionale è dovuto alla tecnologia di produzione del freddo che si basa sull'immissione di aria refrigerata tramite uno scambiatore di calore nel contenitore di stoccaggio. Le continue variazioni di temperatura danneggiano la qualità dei prodotti refrigerati e la ventilazione disidrata i tessuti dei prodotti freschi determinando un significativo calo peso. L'alternativa è, al momento solo il congelamento a bordo, che da buoni risultati per i crostacei, ma risulta economicamente non conveniente per il pesce bianco o azzurro. In queste condizioni l'individuazione di tecnologie che consentano il prolungamento della shelf life nel pieno rispetto della sicurezza alimentare e conservando tutte le caratteristiche organolettiche del prodotto fresco non è solo utile, ma indispensabile per la sopravvivenza delle aziende. Gli input necessari all'avvio della ricerca sono:

Verificare il processo produttivo e di distribuzione dei prodotti nella filiera dell'acquacoltura siciliana valutando la shelf-life dei prodotti refrigerati in maniera tradizionale.

Ricerca di nuove tecnologie di refrigerazione

Le principali fasi della ricerca saranno:

Preparazione protocollo di campionamento per la valutazione delle variazioni di carica microbica totale e degli indici di freschezza nei diversi tipi di refrigerazione

Campionamenti e prelievi

Analisi del processo di produzione

Analisi statistica dei dati

La SA ha l'obiettivo di contribuire al miglioramento della qualità igienico sanitaria dei prodotti della filiera dell'acquacoltura siciliana e di elaborare un protocollo di refrigerazione che permetta l'allungamento della shelf-life dei prodotti dell'acquacoltura. Verranno determinate le cariche batteriche totali e la valutazione sensoriale degli indici di freschezza dei prodotti dell'acquacoltura refrigerati con metodi tradizionali e con tecnologie innovative.

Esecutore Attività: IZSS

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: IZSS, Palermo

Risultato: Determinazione delle cariche batteriche totali e valutazione sensoriale degli indici di freschezza dei prodotti dell'acquacoltura refrigerati con metodi tradizionali. Determinazione delle cariche batteriche totali e valutazione sensoriale degli indici di freschezza dei prodotti dell'acquacoltura refrigerati con tecnologie innovative. Risultati finali dell'attività, Miglioramento della qualità igienico sanitaria dei prodotti della filiera dell'acquacoltura siciliana. Elaborazione di un protocollo di refrigerazione che permetta l'allungamento della shelf-life dei prodotti dell'acquacoltura

S A 2.3.2. Sviluppo di materiali e sistemi funzionali per packaging avanzati

Descrizione: Valutazione dello sviluppo di miscele polimeriche per pellicole trasparenti ad elevata funzione di barriera per il confezionamento di prodotti ittici. Sviluppo di materiali e sistemi ibridi (polimero/inorganici) per il controllo dell'atmosfera di confezionamento e della carica batterica per packaging avanzati. L'attività è finalizzata a conservare l'integrità e prevenire attivamente il deterioramento di prodotti ittici (shelf-life), migliorare la durabilità ambientale dell'involucro e le capacità protettive in ambienti non idonei, migliorare gli attributi ed i "servizi" associati al prodotto confezionato, rispondere in modo attivo ed "intelligente" ai cambiamenti del prodotto o a seguito del deterioramento ambientale dell'involucro. Il lavoro comprenderà: Sviluppo di ipotesi di miscele polimeriche per una nuova classe di film compositi ibridi per usi alimentari con comportamento attivo. Valutazione delle problematiche di ingegnerizzazione del ciclo tecnologico di packaging in funzione delle specificità del prodotto (produzione, shelf life, riciclaggio...). Individuazione e valutazione di materiali idonei al controllo e modifica dell'atmosfera di confezionamento. Sviluppo di tecnologie di applicazione (via film depositati o tramite introduzione nella miscela di polimeri). Studio delle problematiche per l'incorporazione di indicatori cromatici per la valutazione della qualità del prodotto (U.O. Pace, Unipa). Valutazione dell'introduzione delle nuove soluzioni tecnologiche nell'ottimizzazione del ciclo di packaging (produzione, shelf life, riciclaggio...). Valutazione della biocompatibilità e sicurezza alimentare dei packaging.

Esecutore Attività: UNIME

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: UNIME CIIM, Messina

Risultato: Progettazione e realizzazione di film polimerici ibridi, materiali inorganici con capacità funzionali, miscele composite polimeri/inorganico, allo scopo di: conservare l'integrità e prevenire attivamente il deterioramento di prodotti ittici (shelf-life), migliorare la durabilità ambientale dell'involucro e le capacità protettive in ambienti non idonei, migliorare gli attributi ed i "servizi" associati al prodotto confezionato, rispondere in modo attivo ed "intelligente" ai cambiamenti del prodotto o a seguito del deterioramento ambientale dell'involucro.

S A 2.3.3. Indicatori cromatici di qualità del prodotto pescato confezionato

Descrizione: Realizzazione di sistemi molecolari che, attraverso modificazioni cromatiche evidenti, diano contezza della esposizione o meno del prodotto a condizioni sfavorevoli di conservazione, attraverso il rilevamento diretto di prodotti specifici di decomposizione quali, ad esempio, le ammine biogeniche (putrescina cadaverina, istamina, etc.). La prima fase prevede la progettazione di molecole che devono rispondere in maniera selettiva ed irreversibile ad analiti specifici, al fine di ottimizzare la risposta molecolare in termini di segnale. Ogni modifica di sensibilità all'input o di intensità e qualità di output necessita infatti, a livello molecolare, di una serie di funzionalizzazioni complesse con tutte le problematiche connesse alla sintesi ed alla caratterizzazione. In questo contesto si utilizzeranno anche metodi computazionali previsionali delle caratteristiche spettroscopiche di sistemi molecolari complessi. La seconda fase prevede la sintesi chimica delle molecole progettate a partire sia da nuovi modelli risultati dalla fase 1 che da substrati molecolari aventi proprietà simili a quelle richieste dal progetto e sui quali verranno apportate opportune modifiche funzionali agli scopi preposti (selettività di risposta agli analiti). La terza fase di necessaria caratterizzazione spettroscopica dei sistemi molecolari ottenuti permetterà inoltre di acquisire una serie di dati funzionali anche alle prime due fasi instaurando così un rapporto sinergico ed iterativo con lo scopo finale di ottimizzare i sistemi ottenuti. La quarta fase, che dovrà essere svolta in collaborazione con gruppi di ricerca di ingegneria chimica e scienza dei materiali (quale ad esempio quello responsabile della azione SA2.3.2), prevede l'ancoraggio dei nuovi sistemi indicatori su opportuni supporti, polimerici o inorganici (zeoliti), da poter integrare o implementare nel packaging del prodotto. Gli obiettivi sono la sintesi e caratterizzazione di nuovi sistemi molecolari mono- o multi-componente sensibili in maniera selettiva ai prodotti di decomposizione del pesce attraverso variazione colorimetrica nel campo UV-vis. Immobilizzazione di tali sistemi su supporti organici o inorganici implementabili nel packaging.

- Indicatori per Obiettivi di Fase 1:

Progettazione computazionale di una Small Library di molecole con elevata affinità di binding e selettività di risposta verso i prodotti di decomposizione del pesce.

- Indicatori per Obiettivi di Fase 2:

Sintesi di almeno il 25% delle molecole selezionate computazionalmente fra quelle a più alto score di affinità per le ammine biogeniche.

- Indicatori per Obiettivi di Fase 3:

Caratterizzazione spettroscopica e selezione di nuove molecole o sistemi molecolari che presentino una risposta cromica irreversibile, rilevabile nel range dell'UV-Visibile e selettiva verso i prodotti di decomposizione del pesce.

- Indicatori per Obiettivi di Fase 4:

Scale-up della sintesi del miglior sistema molecolare selezionato. Produzione di quantità sufficienti per gli esperimenti di ancoraggio/immobilizzazione in matrice polimerica o inorganica.

Esecutore Attività: UNIPA

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: UNIPA, CO, Palermo

Risultato: Progettazione e realizzazione di sistemi molecolari che, attraverso modificazioni cromatiche evidenti, diano contezza della esposizione o meno del prodotto a condizioni sfavorevoli di conservazione, attraverso il rilevamento diretto di prodotti specifici di decomposizione quali, ad esempio, le ammine biogeniche.

- Indicatori per Obiettivi di Fase 1: Progettazione computazionale di una Small Library di molecole con elevata affinità di binding e selettività di risposta verso i prodotti di decomposizione del pesce.

- Indicatori per Obiettivi di Fase 2: Sintesi di almeno il 25% delle molecole selezionate computazionalmente fra quelle a più alto score di affinità per le ammine biogeniche.
- Indicatori per Obiettivi di Fase 3: Caratterizzazione spettroscopica e selezione di nuove molecole o sistemi molecolari che presentino una risposta cromica irreversibile, rilevabile nel range dell'UV-Visibile e selettiva verso i prodotti di decomposizione del pesce.
- Indicatori per Obiettivi di Fase 4: Scale-up della sintesi del miglior sistema molecolare selezionato. Produzione di quantità sufficienti per gli esperimenti di ancoraggio/immobilizzazione in matrice polimerica o inorganica.

S A 2.3.4. Valutazione della variazione di shelf life e della qualità nutrizionale durante le prove di packaging e uso di antiossidanti naturali

In questa SA verrà sperimentato l'impiego di antiossidanti di derivazione naturale sulla qualità e la conservabilità dei prodotti per verificare il loro potenziale uso nella realizzazione di nuove tipologie di prodotto a packaging innovativo in cui sia migliorata la shelf-life. La qualità verrà analizzata con parametri tecnologici (colore, consistenza), biochimico-nutrizionali (composizione percentuale, profilo acidi grassi), stato di degradazione della componente lipidica (MDA, TBARS), analisi strumentale della freschezza, da correlare agli indicatori biochimici. Dopo la lavorazione e il confezionamento, ad intervalli prestabiliti, verranno valutati tutti gli indicatori prima citati oltre alla drip loss.

Fasi: valutazione della qualità al tempo zero, valutazione durante la prova di shelf-life. La sotto attività prevede anche il coordinamento dell'intero obiettivo progetto.

Esecutore Attività: UNIPA

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: UNIPA, BIONEC, Laboratorio Di Biochimica Marina, Trapani

Risultato: monitoraggio dell'evoluzione della shelf-life in relazione alla tipologia di packaging utilizzato e agli antiossidanti.

S A 2.3.5. Valutazione della variazione di shelf life e della qualità microbiologica durante le prove di packaging e uso di antiossidanti naturali

Saranno effettuate prove di aggiunta di antiossidanti naturali a filetti in corso di conservazione a refrigerazione e si valuteranno alcuni aspetti correlati alla conservabilità (Quality Index Method – Huidobro et al., 2000, conta e identificazione dei principali Specific Spoilage Organisms (Dalgard et al, 1996 – 1999) per determinare gli effetti antibatterici di sostanze "naturali" sui principali microrganismi alteranti. Verranno condotti studi in vitro e sul prodotto inerenti l'impiego di alcune sostanze di origine naturale. L'obiettivo finale sarà quello di migliorare la conservabilità dei prodotti ittici allevati, al fine di incrementarne il valore.

Esecutore Attività: UNIME

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: UNIME, ISAOM, Messina

Risultato: Definizione delle relazioni tra modificazione del profilo lipidico muscolare e conservabilità. Effetto degli acidi grassi liberi sulla stabilità microbiologica dei prodotti finiti. Definizione di strategie alternative per l'incremento della conservabilità dei prodotti

A - 2.4. MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ ATTRAVERSO L'OTTIMIZZAZIONE DEL FLUSSO DI OMEGA-3

Stato dell'arte

In diversi paesi europei, ed in particolare in Italia, il prodotto di allevamento viene ancora oggi considerato meno appetibile di quello selvatico, che viene ritenuto migliore per gusto, salubrità e valore nutrizionale (Moretti *et al.*, 2003; Grigorakis *et al.*, 2007). Tra i fattori che contribuiscono a predisporre negativamente i consumatori all'acquisto di pesce allevato, vi è principalmente il tenore lipidico, spesso più elevato nei prodotti di acquacoltura, per effetto del regime alimentare e delle condizioni di allevamento.

Se, da un lato, i prodotti ittici provenienti da allevamento presentano la caratteristica negativa di essere spesso più grassi rispetto ai selvatici, dall'altro rappresentano una fonte sicura di componenti nutrizionali essenziali, quali gli acidi grassi polinsaturi della serie omega-3 (PUFA), in particolare acido

eicosapentaenoico (EPA, C 20:5 n-3) e acido docosaesaenoico (DHA, C 22:6 n-3) (Ackman, 1995; Ruxton *et al.*, 2004), che vengono veicolati attraverso l'aggiunta di olio di pesce alla dieta artificiale.

Le strategie produttive mirate al miglioramento della qualità di specie ittiche tradizionali, come la spigola, devono quindi essere dirette ad ottenere un prodotto di elevato valore nutrizionale per il consumatore e a correggere i fattori che possono indurre una eccessiva deposizione lipidica. Un altro aspetto, non trascurabile, relativo al miglioramento della qualità in acquacoltura, è quello relativo alla possibilità di ricorrere a nuove fonti da cui ottenere olio di pesce ricco in omega-3, alternative al pescato, per ridurre la pressione sull'ambiente e la dipendenza dalle fonti tradizionali, che sono le più costose.

L'applicazione di tali strategie per il miglioramento della qualità, non può prescindere dalla verifica dell'effetto della dieta artificiale sulla composizione corporea dei pesci e sulla ripartizione degli acidi grassi. Nella spigola sono note le modalità di trasporto e i siti di accumulo dei lipidi (Santulli *et al.*, 1995; Dias *et al.*, 1998), al contrario, non sono ben note le modalità di trasferimento degli acidi grassi dalla dieta ai vari distretti tissutali. L'approfondimento di tale aspetto è fondamentale per l'adattamento dei protocolli alimentari alla specie, con indubbi benefici sia sulla qualità che sulla produzione, contribuendo a modulare l'impiego del mangime e la selezione degli ingredienti in relazione alle fasi di allevamento.

Un ulteriore beneficio, derivante dalla valutazione della modalità di trasferimento degli acidi grassi dalla dieta ai pesci, è quello di poter individuare, tra le componenti non edibili, quelle potenzialmente più adatte ad essere utilizzate per avviare una produzione di olio di pesce sia per la mangimistica che per la farmaceutica. Tale attività necessita di una attenta valutazione della qualità dei singoli organi/tessuti di scarto, in termini di resa in PUFA omega-3, rapporto tra le classi di acidi grassi, stabilità delle componenti e tendenza alla perossidazione, oltre che della messa a punto di metodi di selezione, raccolta, stoccaggio e omogeneizzazione delle fonti. È noto, infatti, che alcune componenti viscerali possiedono un'elevata attività di enzimi idrolitici e lipolitici, che possono compromettere la qualità dello scarto, innescando reazioni di perossidazione (Falck *et al.*, 2006; Oliveira *et al.*, 2008)

Relativamente all'isolamento dei componenti preziosi di olio di pesce: la supercritical fluid extraction SFE e, in particolare, l'estrazione in controcorrente con CO₂ supercritica, offre nuove opportunità per la soluzione di problemi di separazione (Sahena *et al.*, 2010). In particolare la tecnica associa alla complessità del processo la continuità, l'elevata qualità delle frazioni ottenute, la possibilità di arrivare al 70% di PUFA omega3, principalmente EPA o DHA;

ATTIVITÀ PREVISTE

La valutazione della modalità di trasferimento degli acidi grassi dalla dieta ai tessuti dei pesci, insieme al recupero degli omega-3 dai tessuti non edibili, può contribuire in maniera significativa al miglioramento della qualità del prodotto attraverso l'adattamento dei protocolli alimentari, il risparmio sui costi di produzione e l'apporto di valore aggiunto a componenti di scarto ancora utilizzabili per ottenere prodotti da destinare all'industria mangimistica/nutraceutica/farmaceutica.

Un recupero del contenuto di omega 3 ottenuto in questo modo, se accompagnato da un'adeguata campagna di divulgazione, informazione e promozione, infatti, potrà contribuire al miglioramento dell'accettazione da parte del consumatore.

L'attività 2.4 si propone di contribuire al miglioramento della qualità di prodotto attraverso tre fasi:

- verifica dell'effetto della dieta sulla qualità del prodotto, con particolare attenzione alle modalità di deposizione dei PUFA omega-3 nei tessuti dei pesci.
- selezione di tessuti/organi della componente non edibile per l'estrazione di olio di pesce: caratterizzazione della composizione biochimica dei tessuti, definizione di protocolli di raccolta, stoccaggio e omogeneizzazione.
- implementazione della tecnica di estrazione ed arricchimento di omega3.

RISULTATI ATTESI: modelli di previsione della qualità, adeguamento dei protocolli alimentari, recupero dei sottoprodotti della lavorazione dei prodotti ittici; messa a punto produzione di olio di pesce arricchito in omega-3.

S A 2.4.1. Valutazione del flusso di omega-3 dalla dieta al prodotto.

In questa fase si valuterà l'effetto della dieta sull'accrescimento e la composizione corporea dei pesci, con particolare attenzione alla quantità di omega-3 depositata sia nel filetto che nelle componenti non edibili.

In una prima fase si analizzeranno campioni di mangime e pesci in fase di ingrasso. Sugli esemplari, sia in fasi intermedie, che alla fine delle prove, verranno valutate le principali prestazioni zootecniche, gli indici somatici, alcuni parametri merceologici e tecnologici, le rese percentuali in filetti e parte non edibile. Per

verificare l'effetto della dieta sulla composizione corporea e la ripartizione tissutale dei lipidi e degli acidi grassi, sui campioni verrà calcolata la composizione grezza (proteine, lipidi, acqua e ceneri), il profilo degli acidi grassi. I filetti verranno separati da tessuti e organi non edibili, che verranno analizzati separatamente. I risultati verranno sottoposti ad analisi statistica. La sotto attività prevede anche il coordinamento dell'intero obiettivo progetto. L'obiettivo finale è il miglioramento della qualità del prodotto, attraverso la definizione dei flussi di omega 3 nel ciclo produttivo. Ciò consentirà di adattare la distribuzione di mangime alle esigenze delle specie, evitando l'eccessiva deposizione lipidica, con il conseguente miglioramento dei tratti qualitativi del prodotto e il significativo beneficio anche per le aziende. La verifica intermedia del raggiungimento degli obiettivi sarà rappresentata dall'analisi dei dati sulla composizione della dieta artificiale e sulla composizione corporea dei pesci allevati, su base stagionale, e sulla verifica dei flussi di omega-3 dal mangime ai pesci. La verifica finale sarà rappresentata dall'elaborazione dei modelli di previsione dell'effetto della dieta sulla composizione nutrizionale dei pesci allevati e di protocolli alimentari ottimizzati per le specie target.

Esecutore Attività: UNIPA

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: UNIPA, BIONEC, Laboratorio Di Biochimica Marina, Trapani

Risultato: Verifica dell'effetto della dieta sulla deposizione lipidica e sul flusso di PUFA omega-3 nella spigola, valutazione dell'effetto della composizione della dieta sulla composizione dei tessuti edibili e non edibili

S A 2.4.2. Definizione di tecniche di recupero di omega-3 da componenti non edibili.

Obiettivo è quello di individuare, tra le componenti di scarto, quelle più idonee, per composizione biochimica e stabilità, alla fase di recupero di omega-3 e di mettere a punto sistemi di raccolta, omogeneizzazione, stoccaggio e monitoraggio della qualità delle fonti. La sotto attività prevede anche il coordinamento dell'intero obiettivo progetto. Si procederà con la caratterizzazione delle fonti disponibili: analisi biochimica per valutazione composizione in PUFA omega-3, valutazione stato di degradazione (TBARS, MDA), TVBN e con la selezione dei tessuti/organi non edibili, individuazione di sistemi di raccolta e conservazione a freddo, messa a punto di sistemi di omogeneizzazione a temperatura controllata, valutazione della qualità dell'omogenato. L'obiettivo finale è selezionare, nei prodotti allevati, in seguito all'operazione di sfilettatura, le componenti corporee più adatte ad ottenere olio di pesce; l'obiettivo intermedio è tracciare il profilo nutrizionale e verificare la stabilità chimica delle componenti. Ciò consentirà di disporre di materie prime di buona qualità per avviare le fasi successive di estrazione. La verifica intermedia del raggiungimento degli obiettivi sarà rappresentata dall'analisi dei dati sulla composizione dei singoli tessuti non edibili. La verifica finale sarà rappresentata dall'analisi dei dati sulla composizione dell'intera componente di scarto.

Esecutore Attività: UNIPA

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: UNIPA, BIONEC, Laboratorio Di Biochimica Marina, Trapani

Risultato: Caratterizzazione biochimico-nutrizionale di componenti/tessuti della parte non edibile per la loro selezione ai fini del loro impiego per l'estrazione di omega-3

S A 2.4.3. Implementazione della tecnica di estrazione ed arricchimento di omega3

Obiettivo è quello di apportare ulteriore valore aggiunto alla produzione permettendo di ricavare dai sottoprodotti ottenuti dai processi di sfilettatura dei pesci allevati olio arricchito in omega-3, valorizzando una risorsa destinata ad essere smaltita in maniera controllata con costi aggiuntivi all'impianto. L'azione si svilupperà attraverso la definizione delle metodologie di arricchimento, la realizzazione di un impianto di arricchimento su scala pre- industriale e scale-up industriale della tecnologia, la valutazione di mercato del prodotto ottenuto. La sotto attività prevede anche il coordinamento dell'intero obiettivo progetto. Nella prima fase si procederà con l'acquisto componenti per la realizzazione di un impianto sperimentale integrato SPD e SFE. Successivamente si definiranno le tecniche di estrazione, separazione e arricchimento in omega-3 dell'olio di pesce: estrazione dell'olio grezzo dall'omogenato con spremitura a freddo, applicazione tecnica dei fluidi super critici (SFE) e della distillazione molecolare (Short path distillation, SPD)

L'obiettivo finale è la costruzione dell'impianto sperimentale per l'estrazione degli oli di pesce e l'arricchimento della frazione di omega3 (in particolare DHA e EPA) in essi contenuti, attraverso la

tecnologia SFE. Gli obiettivi intermedi sono rappresentati dalle selezioni dei tessuti da avviare ad estrazione e dalla messa a punto dei protocolli di estrazione. La verifica intermedia del raggiungimento dell'attività sarà basata sulla verifica dell'efficacia del protocollo per la separazione e l'arricchimento in omega-3 dell'olio con SPD/SFE. La verifica finale sarà rappresentata dall'avviamento di una produzione industriale di omega-3 da sottoprodotti della lavorazione dei pesci allevati con riduzione dei costi di smaltimento e miglioramento della sostenibilità ambientale.

Esecutore Attività: UNIPA

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: UNIPA, BIONEC, Laboratorio Di Biochimica Marina, Trapani

Strumenti ed attrezzature: impianto sperimentale integrato SFE-SPD, importo euro 92.000,00

Risultato: Definizione della tecnica e del protocollo per l'estrazione e l'arricchimento dell'olio di pesce in omega-3.

OR 2 INCREMENTO DELLA PRODUTTIVITÀ E DELLA QUALITÀ		
Riepilogo Risultati		
		Descrizione
A- 2.1	Determinazione sessuale della spigola	
SA 2.1.1	Determinazione sessuale della spigola	<p>Possibilità di ridurre la durata del ciclo produttivo</p> <p>Possibilità di disporre più rapidamente di vasche/gabbie da destinare a nuovi cicli produttivi</p> <p>Possibilità di ridurre la durata dell'immobilizzazione del capitale (biomassa presente in allevamento con annesso rischio biologico)</p> <p>Possibilità di produrre pezzature maggiori a parità di ciclo produttivo</p> <p>Miglior indice di conversione biologico</p> <p>Miglior indice di conversione finanziario</p> <p>Migliore predisposizione alla trasformazione</p> <p>Migliore resa del filetto</p> <p>Migliore conservabilità</p> <p>Minore impatto sull'ambiente</p> <p>Minore utilizzo di mangimi</p>
SA 2.1.2	Supporto alla sperimentazione	Definizione ed applicazione dei protocolli per la modifica della sex ratio nelle spigole allevate
SA 2.1.3	Valutazioni qualitative, conservabilità	Realizzazione di un algoritmo predittivo Individuazione dei parametri relativi all'idoneità alla trasformazione
SA 2.1.4	Valutazioni della qualità del prodotto	Informazioni in grado di verificare l'effetto della determinazione sessuale della spigola sulla qualità sotto l'aspetto nutrizionale, energetico, merceologico, tecnologico.
A- 2.2	Automazione e controllo della somministrazione del mangime	
SA 2.2.1	Progettazione e realizzazione di un prototipo e di una linea di distribuzione mangime per le vasche a terra	<p>Realizzazione ed adattamento del sistema sperimentale di distribuzione semiautomatica di mangime per pesci, riduzione impatto ambientale, miglioramento delle condizioni di lavoro del personale, migliore gestione dell'allevamento</p> <p>Valutazione adattamento e modifiche del trasportatore mangime mobile (automezzo) e del distributore mangime granulare</p>
SA-2.2.2	Effetti sul prodotto, qualità organolettiche e nutrizionali	Dati sull'effetto del sistema di automazione e controllo della somministrazione del mangime sulle proprietà organolettiche e nutrizionali del prodotto.
SA-2.2.3	Effetti sul prodotto, conservabilità	<p>Definizione di parametri qualitativi in funzione di diversi pattern d'incremento ponderale</p> <p>Sviluppo di indicatori qualitativi utili anche alla valutazione dell'idoneità alla trasformazione della spigola allevata</p> <p>Impiego di modelli predittivi per la documentazione della conservabilità</p>
A-2.3	Trasformazione del prodotto.	
SA 2.3.1	refrigerazione passiva	<p>Determinazione delle cariche batteriche totali e valutazione sensoriale degli indici di freschezza dei prodotti dell'acquacoltura refrigerati con metodi tradizionali</p> <p>Determinazione delle cariche batteriche totali e valutazione sensoriale degli indici di freschezza dei prodotti dell'acquacoltura refrigerati con tecnologie innovative.</p> <p>Risultati finali dell'attività</p> <p>Miglioramento della qualità igienico sanitaria dei prodotti della filiera dell'acquacoltura siciliana</p>

		Elaborazione di un protocollo di refrigerazione che permetta l' allungamento della shelf-life dei prodotti dell' acquacoltura.
SA 2.3.2	Studio preliminare per lo sviluppo di materiali e sistemi funzionali per packaging avanzati	Progettazione e realizzazione di film polimerici ibridi, materiali inorganici con capacità funzionali, miscele composite polimeri/inorganico Allo scopo di: Conservare l'integrità e prevenire attivamente il deterioramento di prodotti ittici (shelf-life) Migliorare la durabilità ambientale dell'involucro e le capacità protettive in ambienti non idonei Migliorare gli attributi ed i "servizi" associati al prodotto confezionato Rispondere in modo attivo ed "intelligente" ai cambiamenti del prodotto o a seguito del deterioramento ambientale dell'involucro
SA 2.3.3	Indicatori cromatici di qualità del prodotto pescato confezionato	Progettazione e realizzazione di sistemi molecolari che, attraverso modificazioni cromatiche evidenti, diano contezza della esposizione o meno del prodotto a condizioni sfavorevoli di conservazione, attraverso il rilevamento diretto di prodotti specifici di decomposizione quali, ad esempio, le ammine biogeniche. - Indicatori per Obiettivi di Fase 1: Progettazione computazionale di una Small Library di molecole con elevata affinità di binding e selettività di risposta verso i prodotti di decomposizione del pesce. - Indicatori per Obiettivi di Fase 2: Sintesi di almeno il 25% delle molecole selezionate computazionalmente fra quelle a più alto score di affinità per le ammine biogeniche. - Indicatori per Obiettivi di Fase 3: Caratterizzazione spettroscopica e selezione di nuove molecole o sistemi molecolari che presentino una risposta cromica irreversibile, rilevabile nel range dell'UV-Visibile e selettiva verso i prodotti di decomposizione del pesce. - Indicatori per Obiettivi di Fase 4: Scale-up della sintesi del miglior sistema molecolare selezionato. Produzione di quantità sufficienti per gli esperimenti di ancoraggio/immobilizzazione in matrice polimerica o inorganica.
SA 2.3.4	Valutazione della variazione di shelf life e della qualità nutrizionale durante le prove di packaging e uso di antiossidanti naturali	Verifica del packaging e di ingredienti naturali sulla qualità e sul miglioramento della conservabilità dei prodotti ittici trasformati; descrizione dell'evoluzione della shelf-life in relazione al packaging
SA 2.3.5	Valutazione della variazione di shelf life e della qualità microbiologica durante le prove di packaging e uso di antiossidanti naturali	Definizione delle relazioni tra modificazione del profilo lipidico muscolare e conservabilità Effetto degli acidi grassi liberi sulla stabilità microbiologica dei prodotti finiti Definizione di strategie alternative per l'incremento della conservabilità dei prodotti
A-2.4	Miglioramento della qualità attraverso l'ottimizzazione del flusso di omega-3	
SA 2.4.1	Valutazione del flusso di omega-3 dalla dieta al prodotto	Verifica dell'effetto della dieta sulla deposizione lipidica e sul flusso di PUFA omega-3 nella spigola
SA 2.4.2	Definizione di tecniche di recupero di omega-3 da componenti non edibili.	Caratterizzazione biochimico-nutrizionale di componenti/tessuti della parte non edibile.
SA 2.4.3	Implementazione della tecnica di	Definizione della tecnica e del protocollo per l'estrazione e

	estrazione ed arricchimento di omega3	l'arricchimento dell'olio di pesce in omega-3.
--	---------------------------------------	--

OR 3 AZIONI A SUPPORTO DELL'INNOVAZIONE E DELLA COMPETITIVITÀ

L'obiettivo principale di questo OR è la realizzazione di un network tra Imprese e Istituti Scientifici di ricerca pubblici e privati del settore, che garantisca all'acquacoltura siciliana la risoluzione dei principali problemi individuati, che rappresentano un freno allo sviluppo di competitività del settore. Il progetto prevede l'introduzione di innovazione tecnologica incrementale in cinque settori, con obiettivi specifici immediati:

Stato dell'arte

Le malattie batteriche dei pesci producono ogni anno una considerevole perdita economica nel settore dell'acquacoltura. Inoltre il crescente fenomeno della resistenza dei microrganismi patogeni dei pesci agli antibiotici attualmente in commercio pone la necessità di scoprire nuovi antibiotici più efficaci e sicuri che al contempo non abbiano effetti collaterali per l'uomo e per l'ambiente.

Gli organismi marini rappresentano una fonte ancora poco sfruttata di nuove biomolecole di interesse farmaceutico (Lindequist e Schweder, 2001; Mayer e Hamann, 2002; Newman et al., 2003). La produzione di composti ad attività antimicrobica rientra nelle strategie per la sopravvivenza che gli organismi mettono in atto negli ambienti acquatici e risulta di notevole interesse anche in differenti settori farmacologici. Dalle alghe marine è stata isolata una varietà di metaboliti secondari, composti alogenati, quali metani, chetoni, acetati e acrilati caratterizzati da un ampio spettro di attività biologiche (Fenical, 1975; Bureson et al., 1976; McConnell, O e Fenical, 1977; Woolard et al., 1979; Fenical, 1982; Salvador et al., 2007). Composti con attività citostatica, antivirale, antielmintica, antifungina e antibatterica sono stati isolati dalle alghe verdi, brune e rosse (Lindequist e Schweder, 2001; Newman et al., 2003; Genovese et al., 2009).

Sebbene numerosi studi hanno riguardato l'attività antibiotica delle macroalghe (Jiao et al 2011), attualmente solo poche indagini sono state effettuate sui batteri patogeni dei pesci (Sridhar e Vidyavathi, 1991; Mahasneh et al., 1995; de Val et al., 2001; Liao et al., 2003; Bansemir et al. 2006).

La prevenzione e il trattamento delle malattie infettive dei pesci mediante l'impiego di biomolecole attive estratte da organismi marini appare quindi come una possibile alternativa rispetto ai metodi tradizionali.

Le malattie batteriche dei pesci, causate soprattutto dalle specie appartenenti alla famiglia delle Vibrionaceae, producono ogni anno una considerevole perdita economica nel settore dell'acquacoltura. Pertanto l'attenzione è rivolta alla scoperta di nuovi antibiotici con elevata efficacia che al contempo non abbiano effetti collaterali per l'uomo e per l'ambiente. Dal momento che i composti estratti dalle alghe marine sono già stati segnalati per avere attività antibatterica e immunostimolante, questo studio si propone di studiare estratti di alghe coltivate (*Gracilaria* spp.) e di quelle ampiamente diffuse nei nostri ambienti acquatici quale possibile alternativa per la prevenzione e il trattamento delle malattie dei pesci di allevamento e di verificare anche il loro possibile ruolo come agenti nutraceutici.

Il successo dell'acquacoltura dipende, come è noto, dal superamento dei fattori limitanti e, tra essi, le malattie. Le malattie batteriche più diffuse negli ambienti di maricoltura mediterranei sono la pasteurellosi e la vibriosi. Quest'ultima è sostenuta da *Listonella anguillarum* che con i suoi diversi sierotipi è risultato patogeno sia per le specie selvatiche che per quelle allevate. La pasteurellosi, sostenuta da *Photobacterium damsela*, *subsp. piscicida*, è invece maggiormente patogena per le specie allevate, in particolare la spigola, meno l'orata, ed è stata riportata in Mediterraneo, in cefali selvatici. In Italia, la profilassi vaccinale è possibile solo per la Vibriosi, mentre frequente risulta il ricorso all'uso di antibiotici sia a scopo preventivo che terapeutico. L'avvento della cultura dell'ambiente oggi impone una revisione dei metodi e dei comportamenti e, nello specifico, un'innovazione ecocompatibile che porti ad una limitazione dell'impatto sull'ambiente delle produzioni zootecniche. Di qui si evince l'importanza della introduzione di prodotti con attività antibiotica e immunostimolante di derivazione naturale, come i fitoderivati, e non di sintesi.

Il crescente fenomeno della resistenza dei microrganismi patogeni agli antibiotici attualmente in commercio pone la necessità di scoprire nuovi antibiotici utili in acquacoltura.

Le macroalghe sono considerate i produttori di circa il 20% dei prodotti chimici naturali e attualmente la ricerca è indirizzata alle applicazioni farmaceutiche delle loro biomolecole (Bhadury & Wright 2004, Maschek & Baker 2008, Jiao et al 2011). Le alghe, similmente agli altri organismi sessili, adottano strategie di sopravvivenza all'ambiente anche di tipo chimico per scoraggiare l'epifitismo ed il grazing (Köning et al. 1994, Stachowicz 2001). Le biomolecole algali sono considerate di notevole interesse anche in differenti settori farmaceutici (Muñoz 1992) in quanto caratterizzate da un largo spettro di attività

antibiotica ed immunostimolante (Ballesteros et al. 1992, Fenical & Paul 1984, Mayer & Hamann 2005, Bansemir et al 2006, Salvador et al. 2007, Genovese et al. 2009).

Tali molecole possono diversificarsi notevolmente tra specie affini ed anche all'interno della stessa specie (Pesando 1990). Per questo motivo una tappa importante della ricerca in questo campo è l'identificazione tassonomica delle specie tramite l'utilizzo di un metodo di identificazione veloce ed accurato quale il DNA barcoding (<http://www.barcodinglife.org>; Hebert et al. 2003, Saunders 2005, Manghisi et al. 2010).

L'interesse applicativo del genere *Gracilaria* risiede nel fatto che il tallo di molte specie costituisce la materia prima per l'estrazione dell'agar.

Il genere *Gracilaria* (Rhodophyta, Gracilariales), che rappresenta una delle fonti di agar più importanti, è uno dei più ricchi di specie tra le Rhodophyta, annoverandone circa 160. La coltivazione è limitata a poche di esse ed anzi si può affermare che la maggior parte degli esperimenti, in tutto il mondo, si riferiscono a due sole specie, *G. verrucosa* (ora *G. gracilis*) e *G. tikvahiae*. Inoltre, la coltivazione di specie e di ceppi selezionati è stata spesso proposta come alternativa alla coltivazione delle forme selvatiche, con l'obiettivo di conseguire una maggiore produzione ed una migliore qualità di prodotto (Oliveira 1988). Infatti agar di differente qualità è prodotto non solo da specie diverse ma anche da ceppi della stessa specie (Lignell & Pedersen 1989). Presupposto fondamentale per realizzare la selezione dei ceppi e l'eventuale miglioramento genetico (Cheney 1984; Cheney et al. 1986) è la possibilità di riconoscere con sicurezza le specie dalle quali partire. Al contrario, allo stato attuale la tassonomia del genere sembra essere piuttosto confusa (McLachlan and Bird 1986, De Oliveira and Alveal 1990, Saunders 2009, Gurgel and Fredericq 2004).

La consistenza del genere *Gracilaria* nel Mediterraneo è stata già ampiamente studiata dai ricercatori del Laboratorio di Ficologia dell'Università di Messina (Genovese et al 1994, Culoso et al 1994, Morabito et al. 2003, Gargiulo et al. 2006). Tuttavia, il rango tassonomico attribuibile ad entità costituenti "clusters" di individui con morfologia simile, in particolare quelli riuniti sotto il nome di "*Gracilaria bursa-pastoris* complex" e "*Gracilaria gracilis* complex" non è stato a tutt'oggi risolto. Per questo motivo una tappa importante è l'identificazione tassonomica delle specie tramite l'utilizzo di un metodo veloce e standardizzato quale il DNA barcoding (<http://www.barcodinglife.org>; Hebert et al. 2003, Saunders 2009, Manghisi et al. 2010).

Una migliore conoscenza della biologia riproduttiva di queste specie è fondamentale per migliorare la produzione massiva di prodotto grezzo.

L'interesse applicativo del genere *Gracilaria* risiede nel fatto che il tallo di molte specie costituisce la materia prima per l'estrazione dell'agar. La richiesta di agar sui mercati internazionali è in crescita ed attualmente la produzione annua mondiale è di 30.000 tonnellate, peso secco, la maggior parte delle quali proviene dalla produzione naturale.

Un'applicazione potenziale deriva dall'attitudine di alcune specie di accumulare fosfati, metalli pesanti o inquinanti di altro tipo per cui possono abbattere il livello di inquinamento in ambienti eutrofici. Per ottenere un accrescimento ottimale, occorre un controllo continuo di alcuni parametri fondamentali, quali luce e temperatura ed una adeguata circolazione delle acque in modo che le alghe utilizzino completamente i nutrienti immessi che tendono a depositarsi sul fondo.

La coltivazione del genere *Gracilaria* è una pratica comune in numerosi paesi dell'estremo Oriente e nei paesi dell'America meridionale che si affacciano sull'Oceano Pacifico e sull'Oceano Atlantico, nonché in diversi paesi del Nord Africa.

Per quanto concerne l'Italia, tentativi sperimentali di coltivazione sono stati, per lo più, effettuati in ambienti lagunari; tuttavia non sono stati poi realizzati impianti su vasta scala.

Strategie di colture di *Gracilaria* integrate con allevamento di specie ittiche sono state sviluppate in Cile e Canada (Soto 2009) con lo scopo di ridurre significativamente i livelli di azoto e fosforo nelle acque reflue dell'impianto, migliorando di conseguenza la resa in biomassa algale.

Soto (2009) riporta che alcune specie di *Gracilaria* sono eccellenti biofiltratori con alti tassi di crescita e di fotosintesi aumentano la disponibilità di ossigeno nell'acqua e abbattano la concentrazione di anidride carbonica.

Notevole risulta l'impiego dei ficocolloidi estratti dalle alghe rosse e soprattutto di agar, in quanto sempre maggiore è l'uso che di tale prodotto viene fatto in campo industriale. Viene utilizzato, infatti, in cosmetica, batteriologia (terreni di coltura), nell'industria alimentare (gelatine), in medicina, in farmacologia (capsule), cromatografia su gel, fotografia, cartotecnica, ed in altri innumerevoli settori.

Inoltre si è messa anche in evidenza la possibilità di utilizzazione delle alghe in almeno due stadi successivi: l'estrazione dell'agar e, successivamente, l'impiego della frazione di scarto come fertilizzante.

Oltre alla raccolta di alghe direttamente in natura, ormai abbandonata per la drastica diminuzione della risorsa, si è andata sviluppando la coltivazione di alghe sia in ambienti naturali che in ambienti artificiali.

La domanda dei prodotti algali è tuttavia ulteriormente aumentata rispetto alla disponibilità. È evidente che l'harvesting naturale non è assolutamente all'altezza di coprirne la richiesta. E' necessario, quindi, dare ampio spazio alla ricerca di tecniche di coltivazione per ottimizzare la produzione. L'approvvigionamento di agar richiede l'importazione da paesi quali il Giappone, il Marocco, la Spagna ed il Portogallo con costi notevoli ed un notevole aggravio della bilancia dei pagamenti. Si rende più che necessario poter rimediare alla rarità di questo prodotto considerando oggettivamente la possibilità di coltivazione in strutture idonee.

Numerosi ricercatori hanno svolto indagini sperimentali alla ricerca di condizioni che potessero permettere alte produzioni a bassi costi, ma nessun risultato attualmente sembra compensare gli sforzi fino ad ora effettuati. Anche se i vari parametri relativi come la luce, la temperatura, la salinità, i nutrienti, sono stati diversificati nei vari esperimenti, è necessario che la densità dell'alga in coltura non superi un valore limite posto a circa 2 Kg (peso fresco) per mq, dato che è inversamente proporzionale al tasso di accrescimento e deve essere garantita una certa agitazione per favorire la circolazione (e quindi la completa utilizzazione da parte delle alghe) delle sostanze con cui vengono arricchiti i mezzi di coltura.

La *Gracilaria* è senza dubbio un'alga di grande interesse anche per gli impianti industriali di allevamento sia poiché abbate le sostanze azotate disciolte nelle acque reflue sia per la possibilità di estrarre sostanze utili alla crescita degli altri organismi in allevamento

Attività previste

La vasta gamma di molecole prodotte dalle macroalghe può rappresentare una fonte innovativa di sostanze e di risorse in campo biotecnologico rivolto alla risoluzione dei principali problemi posti dall'acquacoltura. Dal momento che i composti da alghe marine sono già stati segnalati per avere attività antibatterica e immunostimolante, questo studio si propone di analizzare gli estratti delle alghe quale possibile alternativa per la prevenzione ed il trattamento delle malattie degli animali, quali nuovi agenti nutraceutici.

Si intende valutare l'attività antibiotica di macroalghe marine etichettate geneticamente (DNA barcoding) raccolte lungo le coste siciliane.

Verrà effettuata una sperimentazione di accrescimento di alghe del genere *Gracilaria* in acque di scarico di impianti di allevamento; a tale scopo le alghe saranno isolate dalle popolazioni dei Pantani di Capo Peloro (Messina) o di altre zone della Sicilia e successivamente trasferite in vasche in vetroresina appositamente predisposte presso l'impianto Acqua Azzurra di Pachino (SR). Saranno studiati i vari tipi di coltivazione (su rete, su corde) e successivamente valutata la qualità dell'agar.

Le acque delle vasche dove si effettuerà la sperimentazione verranno inoltre monitorate per diversi parametri fisico-chimici (pH, temperatura, salinità, concentrazione di azoto ammoniacale, azoto nitrico, azoto nitroso, fosfati, clorofilla-a e Carbonio organico totale, al fine di formulare un quadro completo sull'andamento dell'impianto e verificare l'eventuale abbattimento di sostanze inquinanti (nel nostro caso di alte concentrazioni di fosforo e azoto) e la produzione di biomassa algale.

L'obiettivo principale sarà quello di saggiare la risposta di accrescimento di *Gracilaria* sp. per l'estrazione di agar, in quanto sempre maggiore è l'uso di tali prodotti in campo industriale (cosmetica, industria alimentare, medicina, farmacologia, fotografia, cartotecnica), di testare gli estratti di alghe coltivate in impianti di reflui di acquacoltura e di quelle presenti lungo le nostre coste per la ricerca dell'attività antimicrobica contro batteri patogeni dei pesci, isolare e caratterizzare i composti responsabili di tale attività. Gli estratti ed i composti con attività antimicrobica potrebbero eventualmente essere aggiunti agli alimenti dei pesci o nelle vasche di allevamento al fine di determinarne i loro effetti sulla salute dei pesci.

L'attività degli estratti algali verrà saggiata su noti batteri patogeni dei pesci e degli animali isolati nel corso di nostre precedenti ricerche condotte in ambiente marino (Stretto di Messina) e su campioni di acqua e di mitili allevati nel lago di Faro (Messina) (Gugliandolo et al. 2005-2011).

Il programma sarà articolato nelle seguenti fasi:

I: Individuazione delle stazioni di raccolta e campionamento. Sarà allestita una collezione di campioni stabilizzati per liofilizzazione ai fini dell'estrazione di biomolecole. Le alghe liofilizzate consentiranno di poter separare temporalmente la fase di raccolta da quella di estrazione e valutazione degli estratti. Per ciascun campione raccolto sarà anche separato un sub campione destinato all'identificazione molecolare;

II: Realizzazione di un impianto sperimentale per la coltivazione di *Gracilaria* sp. in acque reflue

- III Estrazione dell'agar e sua valutazione;
- IV Estrazione di composti con potenziale attività antibatterica;
- V Screening dell'attività contro batteri ittici patogeni degli estratti grezzi;
- VI Caratterizzazione delle frazioni degli estratti algali con attività antibatterica; saggio dell'attività antibatterica delle singole frazioni;
- VII Valutazione della citotossicità degli estratti e delle frazioni attive mediante test su cellule eucariotiche;
- VIII Valutazione dell'utilizzazione di tali estratti e delle loro frazioni quali agenti nutraceutici.

Metodiche

- Raccolta di specie di Gracilaria e loro trasporto presso vasche di acque reflue di impianto di allevamento per la sperimentazione tecniche di coltivazione, e di altre macroalghe per l'estrazione di composti antibatterici. Ciascun campione raccolto sarà identificato tramite DNA barcoding.
- Estrazione di metaboliti algali in solventi con differente grado di polarità.
- Screening dell'attività antibiotica contro batteri patogeni dei pesci delle specie *Aeromonas hydrophila*, *A. salmonicida*, *Listonella anguillarum*, *Photobacterium damsela* subsp. *damsela* e *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida*, *Vibrio cholerae*, *V. harveyi*, *V. parahaemolyticus* e *V. vulnificus* e *Salmonella*).

Per la determinazione dell'attività antibatterica degli estratti e delle loro frazioni verrà utilizzato il metodo di diffusione in agar. Verranno inoltre determinati i meccanismi di antibiosi (concentrazione minima inibente e concentrazione minima battericida) degli estratti e loro frazioni con maggiore attività.

Per la purificazione dei composti maggiormente attivi verranno utilizzati metodi cromatografici (MPLC, HPLC e TLC) e per ulteriori indagini sulla loro struttura verranno impiegati metodi spettroscopici quali NMR o MS.

- Test di adesività e citotossicità mediante test su cellule eucariotiche
- Gli estratti ed i composti con elevata attività antimicrobica potranno eventualmente essere aggiunti agli alimenti dei pesci in delle vasche sperimentali, al fine di fare delle prove per testare i loro effetti sulla salute dei pesci.
- Valutazione delle condizioni di crescita in coltura delle specie di Gracilaria al fine di selezionare quella con la maggiore produttività in biomassa.
- Valutazione la quantità e la qualità dell'agar prodotto.

Nella seconda fase saranno valutate le condizioni di crescita in coltura delle specie raccolte al fine di selezionare quella o quelle con la maggiore produttività in biomassa.

In una terza fase saranno esaminati i suoi possibili usi come agente anticoagulante, nonché l'impiego della biomassa algale come integratore alimentare in acquacoltura o in nutraceutica (Lara Isassi & Alvarez Hernandez 1999).

Per valutare la possibilità di utilizzare la biomassa algale come integratore alimentare sarà eventualmente necessario:

- saggiare i suoi effetti sul tratto gastro-intestinale, il primo bersaglio dopo l'assunzione orale, valutando eventuali interferenze con i meccanismi di trasporto ionico e di nutrienti nello stomaco e nell'intestino,
- conoscere lo stato generale di salute dei pesci nutriti con diete addizionate di integratori, confrontando i parametri ematologici di tali animali con quelli di esemplari alimentati con diete identiche ma prive degli integratori stessi.

La possibilità di utilizzare l'agar prodotto come anticoagulante verrà valutata effettuando saggi di coagulazione su sangue di teleostei e confrontando i risultati con quelli ottenuti con anticoagulanti presenti in commercio.

Sulle specie scelte, sarà valutata la quantità di agar estraibile poiché percentuali inferiori al 15% ne determinano un ridotto interesse commerciale.

Gli antimicrobici e immunostimolanti fitoderivati ottenuti dalle colture algali selezionate verranno testati su teleostei per valutarne le effettive capacità terapeutiche e profilattiche nonché la reale applicabilità in campo. A tal fine, si prevede di utilizzare zebrafish (*Danio rerio*), guppy (*Poecilia reticulata*) e spigola (*Dicentrarchus labrax*). La spigola (*Dicentrarchus labrax*) viene scelta quale controllo in quanto specie maggiormente allevata in maricoltura e sicuramente sensibile all'infezione studiata e il *Danio rerio* è attualmente il modello sperimentale più studiato ed accreditato tra le specie ittiche. Infine il guppy è un teleosteo d'acquario semplice da gestire, economico e versatile. Gli animali saranno stabulati nei locali del CISS (Stabilimento Utilizzatore ai sensi del D. Leg.vo 116/92, Decreto n. 39 -A del 20/03/2006) - Facoltà di

Medicina Veterinaria di Messina. Il presente progetto di ricerca prevede l'impiego di pesci, del peso di 1-1000 g secondo la specie, mantenuti in vasche aerate a temperatura costante (19 o 28 °C secondo la specie). I pesci saranno mantenuti in vasche da 110 litri, salinità variabile secondo la specie. Sarà utilizzato un ceppo batterico di *Photobacterium damsela* *subsp. piscicida* e un ceppo di collezione di *Listonella anguillarum* somministrati per via intraperitoneale e intramuscolare con 0,1 ml di soluzione batterica 10^6 ufc/ml. Sarà, inoltre, valutata la mortalità per le differenti specie in tempi variabili. I soggetti saranno processati per l'esame batteriologico e istopatologico. I soggetti malati, al fine di limitare le sofferenze, saranno sacrificati, previa anestesia con MS-222. Dai vari pesci trattati e dal controllo verranno prelevati campioni di tessuti, fissati in formalina al 10% e dopo disidratazione, inclusi in paraffina. Le sezioni dei suddetti campioni, ottenute mediante taglio con microtomo, colorate con Ematossilina ed Eosina saranno sottoposte ad una osservazione al microscopio ottico per una preliminare indagine istopatologica. Inoltre, verranno condotte specifiche ricerche immunoistochimiche e microbiologiche volte a confermare la presenza dei batteri patogeni.

Verificata l'efficacia del ceppo patogeno utilizzato, teleostei sani saranno mantenuti in vasca con i soggetti infettati per via i.p. in maniera tale da ottenere una trasmissione naturale della malattia. I pesci saranno suddivisi in 4 gruppi: A) infetto controllo, B) infetto trattato con antimicrobici, C) infetto trattato con immunostimolanti. Le diverse percentuali di sopravvivenza permetteranno di valutare l'efficacia del trattamento testato.

L'unità di ricerca si propone di studiare la risposta delle specie ittiche, ritenute più interessanti e promettenti per incrementare e diversificare l'offerta dell'acquacoltura regionale, alle situazioni ed agli stimoli determinati dalle condizioni di allevamento, anche in riferimento all'alimentazione ed ai mangimi utilizzati. Il benessere verrà valutato tramite il controllo dei parametri ematologici e del metabolismo cellulare con particolare riferimento alle cellule del sangue (i globuli rossi) che, essendo a stretto contatto con l'ambiente esterno (scambi di O_2 e CO_2 a livello delle branchie) possono contribuire a fornire utili informazioni per identificare le condizioni ottimali di crescita dell'organismo. La corretta regolazione metabolica infatti è alla base della efficiente capacità della cellula di affrontare e contrastare lo stress ossidativo spesso scaturito dalle condizioni ambientali contaminate o non adatte per una adeguata crescita della specie. La parte sperimentale verterà sulla caratterizzazione strutturale e funzionale dell'emoglobina con particolare attenzione ai valori di Meta-Hb considerati come "sensore" di stress ossidativo. Verrà inoltre valutata la tendenza all'emolisi dei globuli rossi, indice che contribuisce alla valutazione dello stress ambientale. Tutto ciò, accompagnato da misure di cinetica anionica (HCO_3^-/Cl^-) svolta da una proteina ubiquitaria di membrana (la proteina della banda 3), può fornire interessanti informazioni riguardo alla delicata e complessa regolazione dei flussi metabolici del G6P. La valutazione delle capacità antiossidanti verrà studiata attraverso determinazioni delle attività caspasiche 3 e 8 (contenute nei globuli rossi allo stato pro-caspasico) e per mezzo di saggi identificabili la perossidazione lipidica della membrana eritrocitaria. Verrà inoltre misurata la carica energetica adenilata AEC (Adenylate Energy Charge) $(ATP+1/2ADP)/(ATP+ADP+AMP)$ sensibile e riconosciuto sensore biochimico dello stato ottimale della cellula.

Risultati attesi

I risultati attesi sono identificabili in nuovi prodotti e nuovi processi. La coltura di alghe contribuirà alla diversificazione delle produzioni in acquacoltura, la produzione in scala industriale di derivati algali, quali agar o sostanze antibiotiche/immunostimolanti e/o nutraceutiche, permetterà l'avvio di nuovi settori produttivi con prevedibili risvolti positivi di ordine economico e occupazionale. L'insieme dei risultati ottenuti, grazie all'effetto della bioremediation con alghe che garantirà la rimozione di composti azotati e fosfati dall'acqua di allevamento, della profilassi e del controllo delle principali malattie grazie all'uso auxinico di antibiotici naturali di derivazione algale, del minore impatto ambientale degli impianti di piscicoltura, contribuiranno in generale al miglioramento della qualità del prodotto dell'acquacoltura siciliana.

A - 3.1. MIGLIORAMENTO DELLE CONDIZIONI DI ALLEVAMENTO

Questa attività prevede un approccio multidisciplinare volto al miglioramento delle condizioni di allevamento delle specie ittiche consolidate per la maricoltura mediterranea. Saranno applicate tecnologie innovative per la risoluzione dei principali fattori limitanti lo sviluppo competitivo del settore. Il successo dell'acquacoltura dipende, come è noto, dal superamento dei fattori limitanti e, tra essi, le malattie. Le

malattie batteriche più diffuse negli ambienti di maricoltura mediterranei sono la pasteurellosi e la vibriosi. Quest'ultima è sostenuta da *Listonella anguillarum* che con i suoi diversi sierotipi è risultato patogeno sia per le specie selvatiche che per quelle allevate. La pasteurellosi, sostenuta da *Photobacterium damsela*, subsp. *piscicida*, è invece maggiormente patogena per le specie allevate, in particolare la spigola, meno l'orata, ed è stata riportata in Mediterraneo, in cefali selvatici. In Italia, la profilassi vaccinale è possibile solo per la Vibriosi, mentre frequente risulta il ricorso all'uso di antibiotici sia a scopo preventivo che terapeutico. Il crescente fenomeno della resistenza dei microrganismi patogeni agli antibiotici attualmente in commercio pone la necessità di scoprire nuovi antibiotici utili in acquacoltura.

L'avvento della cultura dell'ambiente oggi impone una revisione dei metodi e dei comportamenti e, nello specifico, un'innovazione ecocompatibile che porti ad una limitazione dell'impatto sull'ambiente delle produzioni zootecniche. Di qui si evince l'importanza della introduzione di prodotti con attività antibiotica e immunostimolante di derivazione naturale, come i fitoderivati, e non di sintesi.

S A 3.1.1. Selezione e raccolta di macroalghe marine con potenziale attività antibiotica ed estrazione di molecole bioattive

Le biomolecole algali sono di notevole interesse in differenti settori farmaceutici in quanto caratterizzate da un largo spettro di attività antibiotica ed immunostimolante. Tali molecole possono diversificarsi notevolmente tra specie affini ed anche all'interno della stessa specie. Per questo motivo l'identificazione tassonomica delle specie sarà effettuata tramite il DNA barcoding. I risultati consentiranno di ottenere una lista di specie locali produttrici di macromolecole bioattive e protocolli di estrazione di fitoderivati. Saranno individuate specie locali di macroalghe produttrici di macromolecole bioattive e saranno ottenuti e caratterizzati i loro estratti grezzi. Saranno inoltre applicate differenti metodiche di estrazione sulla base dei diversi principi attivi.

Esecutore Attività: UNIME

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: UNIME SCIVI, Messina

Risultato: Lista di specie locali produttrici di macromolecole bioattive. Protocolli di estrazione di fitoderivati. Proposta di principi attivi antimicrobici innovativi applicabili in acquacoltura

S A 3.1.2. Valutazione dell'attività antibiotica in vitro

Le malattie batteriche dei pesci producono ogni anno una considerevole perdita economica nel settore dell'acquacoltura. La scoperta di nuove molecole bioattive prodotte da organismi marini rappresenta una sfida tuttora promettente in campo biotecnologico e principalmente in quello farmaceutico. L'incremento del fenomeno della resistenza dei microrganismi patogeni, non solo umani ma anche animali, agli antibiotici attualmente in commercio pone la necessità di scoprire nuovi antibiotici più efficaci e sicuri che al contempo non abbiano effetti collaterali per l'uomo e per l'ambiente.

Si effettuerà uno screening dell'attività antibiotica contro batteri patogeni dei pesci delle specie *Aeromonas hydrophila*, *A. salmonicida*, *Listonella anguillarum*, *Photobacterium damsela*, subsp. *damsela* e *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida*, *Vibrio cholerae*, *V. harveyi*, *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus* e *Salmonella*). Per la determinazione dell'attività antibatterica degli estratti e delle loro frazioni verrà utilizzato il metodo di diffusione in agar. Verranno inoltre determinati i meccanismi di antibiosi (concentrazione minima inibente e concentrazione minima battericida) degli estratti e loro frazioni con maggiore attività.

Esecutore Attività: UNIME

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: UNIME BAEM Messina

Risultato: valutazione dell'efficacia di antibiotici fitoderivati su ceppi batterici ittiopatogeni. Proposta di principi attivi antimicrobici innovativi applicabili in acquacoltura

S A 3.1.3. Valutazione della citotossicità ed effetti sul tratto gastro-intestinale

Per valutare la possibilità di utilizzare la biomassa algale come integratore alimentare sarà necessario:

- saggiare i suoi effetti sul tratto gastro-intestinale, il primo bersaglio dopo l'assunzione orale, valutando eventuali interferenze con i meccanismi di trasporto ionico e di nutrienti nello stomaco e nell'intestino,
- conoscere lo stato generale di salute dei pesci nutriti con diete addizionate di integratori, confrontando i parametri ematologici di tali animali con quelli di esemplari alimentati con diete identiche ma prive degli integratori stessi.

Esecutore Attività: UNIME

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: UNIME SCIVI, Messina

Risultato: valutazione della applicabilità dei fitoderivati su teleostei

verifica della mancanza di tossicità ed effetti collaterali dei principi attivi antimicrobici oggetto di studio

S A 3.1.4. Valutazione dell'efficacia in vivo in impianto sperimentale

Gli antimicrobici e immunostimolanti fitoderivati ottenuti dalle colture algali selezionate verranno testati su teleostei per valutarne le effettive capacità terapeutiche e profilattiche nonché la reale applicabilità in campo. A tal fine, si prevede di utilizzare zebrafish (*Danio rerio*), guppy (*Poecilia reticulata*) e spigola (*Dicentrarchus labrax*). La spigola (*Dicentrarchus labrax*) viene scelta quale controllo in quanto specie maggiormente allevata in maricoltura e sicuramente sensibile all'infezione e il *Danio rerio* è attualmente il modello sperimentale più studiato ed accreditato tra le specie ittiche. Infine il guppy è un teleosteo d'acquario semplice da gestire, economico e versatile. Gli animali saranno stabulati nei locali del CISS (Stabilimento Utilizzatore ai sensi del D. Leg.vo 116/92, Decreto n. 39 -A del 20/03/2006) - Facoltà di Medicina Veterinaria Polo Universitario SS. Annunziata- Messina. Sarà utilizzato il ceppo batterico 249/I99 (*Photobacterium damsela* subsp. piscicida) e un ceppo di collezione di *Listonella anguillarum* somministrati per via intraperitoneale e intramuscolare con 0,1 ml di soluzione batterica 10^6 ufc/ml. Sarà, inoltre, valutata la mortalità per le differenti specie in tempi variabili. I soggetti saranno processati per l'esame batteriologico e istopatologico. I pesci infetti potrebbero andare incontro a malattia, subire dolore e sofferenza. I soggetti malati, al fine di limitare le sofferenze, saranno sacrificati, previa anestesia con MS-222. Dai vari pesci trattati e dal controllo verranno prelevati campioni di tessuti, fissati in formalina al 10% e dopo disidratazione, inclusi in paraffina. Le sezioni dei suddetti campioni, ottenute mediante taglio con microtomo, colorate con Ematossilina ed Eosina saranno sottoposte ad una osservazione al microscopio ottico per una preliminare indagine istopatologica. Inoltre, verranno condotte specifiche ricerche immunoistochimiche e microbiologiche volte a confermare la presenza dei batteri patogeni.

Verificata l'efficacia del ceppo patogeno utilizzato, teleostei sani saranno mantenuti in vasca con i soggetti infettati per via i.p. in maniera tale da ottenere una trasmissione naturale della malattia. I pesci saranno suddivisi in 4 gruppi: A) infetto controllo, B) infetto trattato con antimicrobici, C) infetto trattato con immunostimolanti. Le diverse percentuali di sopravvivenza permetteranno di valutare l'efficacia del trattamento testato. La sotto attività prevede il coordinamento dell'intero obiettivo realizzativo (OR3).

Esecutore Attività: UNIME

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: UNIME PAT, Messina

Risultato: conoscenza dell'effettiva efficacia dei fitoderivati selezionati per la prevenzione ed il trattamento delle principali malattie dei pesci. verifica dell'applicabilità ed efficacia in vivo in condizioni sperimentali e vaglio delle potenziali ricadute

S A 3.1.5. Valutazione dello stress ossidativo eritrocitario

L'unità di ricerca si propone di studiare la risposta delle specie ittiche, ritenute più interessanti e promettenti per incrementare e diversificare l'offerta dell'acquacoltura regionale, alle situazioni ed agli stimoli determinati dalle condizioni di allevamento, anche in riferimento all'alimentazione ed ai mangimi utilizzati. Il benessere verrà valutato tramite il controllo dei parametri ematologici e del metabolismo cellulare con particolare riferimento alle cellule del sangue (i globuli rossi) che, essendo a stretto contatto con l'ambiente

esterno (scambi di O₂ e CO₂ a livello delle branchie) possono contribuire a fornire utili informazioni per identificare le condizioni ottimali di crescita dell'organismo. La corretta regolazione metabolica infatti è alla base della efficiente capacità della cellula di affrontare e contrastare lo stress ossidativo spesso scaturito dalle condizioni ambientali contaminate o non adatte per una adeguata crescita della specie. La parte sperimentale verterà sulla caratterizzazione strutturale e funzionale dell'emoglobina con particolare attenzione ai valori di Meta-Hb considerati come "sensore" di stress ossidativo. Verrà inoltre valutata la tendenza all'emolisi dei globuli rossi, indice che contribuisce alla valutazione dello stress ambientale. Tutto ciò, accompagnato da misure di cinetica anionica (HCO₃⁻/Cl⁻) svolta da una proteina ubiquitaria di membrana (la proteina della banda 3), può fornire interessanti informazioni riguardo alla delicata e complessa regolazione dei flussi metabolici del G6P. La valutazione delle capacità antiossidanti verrà studiata attraverso determinazioni delle attività caspasiche 3 e 8 (contenute nei globuli rossi allo stato pro-caspasico) e per mezzo di saggi identificabili la perossidazione lipidica della membrana eritrocitaria. Verrà inoltre misurata la carica energetica adenilata AEC (Adenylate Energy Charge) $(ATP+1/2ADP)/(ATP+ADP+AMP)$ sensibile e riconosciuto sensore biochimico dello stato ottimale della cellula. Inoltre si effettuerà il rilievo dei parametri ematologici dei flussi metabolici del glucosio 6 fosfato (via glicolitica o shunt) e della cinetica di trasporto anionico dell'eritrocita, finalizzato alla valutazione dello stato di salute delle specie ittiche in questione e dell'adattabilità alle diverse condizioni di allevamento, anche al fine di ottimizzarne la crescita.

Esecutore Attività: UNIME

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: UNIME COB, Messina

Risultato: Controllo e monitoraggio del metabolismo eritrocitario in condizioni di stress ossidativo. Miglioramento del management e ottimizzazione crescita specie ittiche

S A 3.1.6. Welfare

L'attività è finalizzata a sperimentare nuove strategie di allevamento sulle specie tradizionali (spigola e orata) con l'obiettivo di incrementare il benessere degli animali rispetto alle condizioni riscontrate negli attuali sistemi di produzione.

Garantire il benessere significa incrementare l'efficienza di produzione attraverso il miglioramento della quantità, della qualità del prodotto e della percezione dei consumatori.

Il benessere può essere migliorato agendo su diversi aspetti del protocollo produttivo. Per tale motivo verranno effettuate tipologie diverse di sperimentazione:

prove di densità con l'obiettivo di definire la densità di allevamento ottimale (specie-specifica);

prove di policoltura in vasca finalizzate alla diminuzione della territorialità e del comportamento aggressivo considerati causa di stress e alterazione del benessere;

prove di alimentazione basate sull'utilizzo di probiotici in considerazione del loro effetto benefico sullo stato di salute dei pesci.

Quest'ultima attività è connessa con le attività realizzate in A - 4.4 "Produzione di mangimi "eco-friendly" in cui è prevista una parte della sperimentazione dedicata agli Attinomiceti marini con proprietà probiotiche.

Esecutore Attività: CNR

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: CNR, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (Messina)

Risultato: messa a punto di protocolli di allevamento specie-specifici che garantiscano il welfare, misurato attraverso opportuni parametri indicatori e la qualità delle specie ittiche.

A - 3.2. ACQUACOLTURA INTEGRATA MULTITROFICA (IMTA)

La presa di coscienza della crisi dell'acquacoltura tradizionale basata solo su specie consolidate impone delle scelte orientate verso nuovi scenari produttivi che pur facendo parte della stessa filiera, si rivolgono a nuove offerte di prodotti ed anche a nuovi metodi. Si propone di sperimentare un sistema IMTA, attraverso la progettazione, la messa in opera, il monitoraggio e, il follow-up scientifico, di una serie di strutture idonee all'allevamento di organismi vegetali ed animali a rapido accrescimento, e di valore economico (alghie, molluschi, poriferi, briozoi e policheti), in quanto sono o direttamente consumati dall'uomo, oppure utilizzati industrialmente in prodotti cosmetici, farmaceutici e/o alimentari. La prospettiva, in ultima analisi, è quindi quella di sviluppare una linea di allevamento parallela a quella ittica, e che ha le potenzialità di generare un

indotto economico basato sulla creazione di industrie ad alta tecnologia, integrate nei Distretti produttivi della filiera della pesca e dell'acquacoltura, in grado di utilizzare le prodotti/sostanze ricavate dal sistema IMTA, creando così economia e occupazione di qualità. I processi produttivi previsti coinvolgono organismi vegetali ed animali che a vario titolo trovano un ruolo in logiche acquacolturali di tipo sostenibile.

S A 3.2.1. Sperimentazione di accrescimento di *Gracilaria* sp. in acque di scarico di impianti di allevamento, prove di abbattimento carichi inquinanti con colture algali ed estrazione di composti bioattivi

In questa attività si intende saggiare la risposta di accrescimento di *Gracilaria* sp. per l'estrazione di ficocolloidi e di agar, in quanto sempre maggiore è l'uso di tali prodotti in campo industriale (cosmetica, industria alimentare, medicina, farmacologia, fotografia, cartotecnica).

Le alghe del genere *Gracilaria* saranno prelevate nei Pantani di Capo Peloro (Messina) e successivamente trasferite in vasche in vetroresina appositamente predisposte presso l'impianto Acqua Azzurra di Pachino (SR). Saranno studiati i vari tipi di coltivazione (su rete, su corde) e successivamente valutata la estraibilità di agar.

Le alghe sono state di recente attenzionate anche per il loro possibile utilizzo come antiossidanti naturali; diversi studi in vitro sono stati infatti condotti al fine di valutare l'attività antiossidante di estratti polari, frazioni e sub frazioni di alcune alghe rosse, facendo anche dei paragoni con molecole sintetiche come BHT e BHA. Le alghe, è noto, contengano sostanze a riconosciuta attività antiossidante; proprio in riferimento al genere *Gracilaria*, Alcuni Autori hanno dimostrato un'importante attività antiossidante di estratti di *Gracilaria* verrucosa e tale attività è stata relazionata al contenuto di composti fenolici. Dalla *Gracilaria* e da altre eventuali alghe individuate, si potrà provare ad estrarre e caratterizzare sulla base dell'azione biologica composti bioattivi capaci di comportarsi come nutraceutici, cioè come composti che, introdotti con l'alimentazione sono in grado di migliorare lo stato di salute e/o prevenire il rischio di malattie. Negli ultimi anni studi epidemiologici hanno associato il consumo di nutraceutici ad una ridotta incidenza di malattie cardiovascolari, diabete e cancro. Un importante effetto positivo sembra essere legato proprio all'attività antiossidante esplicata da molti di questi composti.

Nell'impianto di allevamento verranno inoltre monitorati diverse parametri fisici come pH, temperatura e salinità dell'acqua; chimici come la concentrazione di azoto ammoniacale (N-NH₄), azoto nitrico (N-NO₃), azoto nitroso (N-NO₂) e fosfati (P-PO₄) e biologici come la clorofilla-a (Chl-a), i feopigmenti e la quantità di Carbonio organico presente (TOC) al fine di formulare un quadro completo sull'andamento dell'impianto. Il monitoraggio dei parametri a carattere chimico e biologici permetterà di verificare:

- l'abbattimento di sostanze inquinanti (nel nostro caso di alte concentrazioni di fosforo e azoto);
- la produzione di biomassa algale.

È prevista l'applicazione di un protocollo di coltura di alghe del genere *Gracilaria* nelle acque reflue degli impianti intensivi di acquacoltura, verificando così la capacità dell'alga di abbattere il carico inquinante dei reflui. Si arriverà alla selezione di ceppi di *Gracilaria* in grado di fornire prodotti di interesse industriale e con capacità di fitodepurazione delle acque di allevamento. Gli obiettivi sono: coltivazione di specie locali del genere *Gracilaria* (etichettate geneticamente mediante DNA barcoding) nelle acque reflue degli impianti intensivi di acquacoltura. Ricerca di prodotti anticoagulanti estratti da *Gracilaria*. Verifica della attività fitodepurante di *Gracilaria* nelle acque di allevamento. Estrazione di molecole bioattive da *Gracilaria* coltivata. Attività antimicrobica di estratti di *Gracilaria* coltivata contro ittiopatogeni. Valutazione degli estratti di *Gracilaria* nella prevenzione e trattamento delle malattie dei pesci.

Esecutore Attività: UNIME

Tipologia Attività: RI

Sede attività: UNIME, BAEM, (Messina)

Risultato: Selezione di ceppi di *Gracilaria* in grado di fornire prodotti di interesse industriale e con capacità di fitodepurazione delle acque di allevamento. Coltivazione di specie locali del genere *Gracilaria* (etichettate geneticamente mediante DNA barcoding) nelle acque reflue degli impianti intensivi di acquacoltura. Ricerca di prodotti anticoagulanti estratti da *Gracilaria*. Verifica della attività fitodepurante di *Gracilaria* nelle acque di allevamento. Estrazione di molecole bioattive da *Gracilaria* coltivata. Attività antimicrobica di estratti di *Gracilaria* coltivata contro ittiopatogeni. Valutazione degli estratti di *Gracilaria* nella prevenzione e trattamento delle malattie dei pesci

S A 3.2.2. Supporto alla sperimentazione per la crescita di *Gracilaria* sp. In acque reflue di impianti di allevamento

Questa attività prevede il supporto logistico e di personale da parte di Acqua Azzurra alle attività di sperimentazione della coltivazione di specie del genere *Gracilaria* prelevate in siti appositi (vedi Pantani di Capo Peloro, Messina) e successivamente trasferite in vasche in vetroresina appositamente predisposte presso l'impianto Acqua Azzurra di Pachino (SR).

Questa attività si rende necessaria per potere rimediare alla rarità di questo prodotto considerando oggettivamente la possibilità di coltivarlo in strutture idonee, poiché l'harvesting naturale non è assolutamente all'altezza per coprire le richieste. Selezione ceppi di *Gracilaria* in grado di fornire quantitativi remunerativamente sufficienti prodotti di interesse industriale.

Esecutore Attività: CoRiSvI

Tipologia Attività: RI

Sede attività: Acqua Azzurra SpA, Siracusa

Risultato: Definizione delle tecniche di coltura di specie del genere *Gracilaria* in vasche appositamente predisposte

S A 3.2.3. Abbattimento carichi inquinanti con invertebrati

È prevista la sperimentazione di un protocollo policulturale di invertebrati marini filtratori (molluschi, poriferi, briozoi e policheti), da associare ad impianti di acquacoltura nell'ottica dell'Ecosystem Approach to Aquaculture (EAA) in modo da ottenere un abbattimento del carico organico derivante dai reflui degli impianti intensivi ed inoltre una diversificazione dei prodotti da immettere sul mercato. A questo scopo saranno valutate le performance di accrescimento degli invertebrati.

Esecutore Attività: CNR

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: CNR, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (Messina)

Risultato: realizzazione di un impianto sperimentale per allevamento policulturale i cui reflui siano caratterizzati da un basso contenuto di sostanze organiche inquinanti.

S A 3.2.4. Utilizzo degli organismi prodotti in mangimistica

Le biomasse prodotte con metodi di acquacoltura multitrofica verranno caratterizzate dal punto di vista chimico-nutrizionale per valutarne un possibile riutilizzo nella formulazione di mangimi per l'acquacoltura. Dopo lo screening iniziale gli organismi che per le loro caratteristiche chimico-nutrizionali meglio si prestano al riutilizzo in mangimistica, saranno utilizzati per la formulazione di un alimento da destinare all'allevamento di specie di interesse commerciale.

Esecutore Attività: Unipa

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: Unipa-DiSTeM

Risultato: Formulazione sperimentale di un mangime prodotto con organismi allevati con metodi di acquacoltura multitrofica

S A 3.2.5. Formulazione di Mangimi

È prevista la formulazione di mangimi utilizzando direttamente scarti derivanti dalla produzione agricola e/o dalla quarta gamma, in modo da ridurre le proteine provenienti dal comparto marino ad oggi impiegate nei mangimi tradizionali. Saranno inoltre svolte sperimentazioni finalizzate alla formulazione di mangimi in cui la componente marina verrà sostituita parzialmente o completamente da biomasse microalgali coltivate tramite sistemi *batch* e fotobioreattori. I ceppi microalgali verranno scelti previa caratterizzazione chimica selezionando colture pure con maggiore contenuto in acidi grassi polinsaturi.

Esecutore Attività: Unipa

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: Unipa-DiSTeM, Iamc CNR Me

Risultato: Formulazione sperimentale di un mangime basato su scarti della produzione agricola e/o su biomasse microalgali

S A 3.2.6. Valutazione dell'efficacia dei mangimi ottenuti

Per valutare l'assimilazione dei mangimi *eco-friendly* da parte degli organismi in allevamento verranno effettuate analisi sugli isotopi stabili degli organismi e del mangime.

I mangimi formulati saranno analizzati per le caratteristiche biochimiche in termini di contenuto in lipidi, protidi e glucidi, profilo degli acidi grassi.

Sugli organismi in allevamento saranno analizzate le stesse caratteristiche e quelle organolettiche del tessuto edibile e confrontate con quelle di gruppi controllo, costituiti sia da organismi allevati con metodi tradizionali, che provenienti da *stock* selvatici.

Saranno scelti i mangimi che produrranno le migliori performance di accrescimento delle specie oggetto di studio in relazione alle migliori performance di crescita e di FCR (Feed Conversion Ratio); benessere animale e caratteristiche biochimiche, lipidiche e organolettiche del tessuto edibile.

Esecutore Attività: CNR

Tipologia Attività: RI

Luogo di svolgimento dell'Attività: CNR, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (Messina)

Risultato: organismi con performance di crescita, stato di benessere, salute e qualità organolettiche e biochimico-nutrizionale paragonabile e/o superiore a quella delle specie alimentate con le formulazioni dietetiche tradizionali.

OR 3 AZIONI A SUPPORTO DELL'INNOVAZIONE E DELLA COMPETITIVITÀ		
Riepilogo Risultati		
		Descrizione
A-3.1	Miglioramento delle condizioni di allevamento	
SA3.1.1	Selezione e raccolta di macroalghe marine con potenziale attività antibiotica ed estrazione di molecole bioattive	Lista di specie locali produttrici di macromolecole bioattive. Protocolli di estrazione di fitoderivati Proposta di principi attivi antimicrobici innovativi applicabili in acquacoltura
SA3.1.2	Valutazione dell'attività antibiotica in vitro	valutazione dell'efficacia di antibiotici fitoderivati su ceppi batterici ittici patogeni Proposta di principi attivi antimicrobici innovativi applicabili in acquacoltura
SA3.1.3	Valutazione della citotossicità ed effetti sul tratto gastro-intestinale	valutazione della applicabilità dei fitoderivati su teleostei verifica della mancanza di tossicità ed effetti collaterali dei principi attivi antimicrobici oggetto di studio
SA3.1.4	Valutazione dell'efficacia in vivo in impianto sperimentale	conoscenza dell'effettiva efficacia dei fitoderivati selezionati per la prevenzione ed il trattamento delle principali malattie dei pesci. verifica dell'applicabilità ed efficacia in vivo in condizioni sperimentali e vaglio delle potenziali ricadute
SA3.1.5	Valutazione dello stress ossidativo eritrocitario	Controllo e monitoraggio del metabolismo eritrocitario in condizioni di stress ossidativo Miglioramento del management e ottimizzazione crescita specie ittiche
SA3.1.6	Welfare	messa a punto di protocolli di allevamento specie-specifici che garantiscano il welfare, misurato attraverso opportuni parametri indicatori e la qualità delle specie ittiche allevate
A-3.2	Acquacoltura Integrata Multitrofica (IMTA)	
SA-3.2.1	Sperimentazione di accrescimento di Gracilaria sp. in acque di scarico di impianti di allevamento, prove di abbattimento carichi inquinanti con colture algali ed estrazione di composti bioattivi	Selezione di ceppi di Gracilaria in grado di fornire prodotti di interesse industriale e con capacità di fitodepurazione delle acque di allevamento Coltivazione di specie locali del genere Gracilaria (etichettate geneticamente mediante DNA barcoding) nelle acque reflue degli impianti intensivi di acquacoltura. Ricerca di prodotti anticoagulanti estratti da Gracilaria. Verifica della attività fitodepurante di Gracilaria nelle acque di allevamento. Estrazione di molecole bioattive da Gracilaria coltivata. Attività antimicrobica di estratti di Gracilaria coltivata contro ittici patogeni. Valutazione degli estratti di Gracilaria nella prevenzione e trattamento delle malattie dei pesci
SA-3.2.2	Supporto alla sperimentazione per la crescita di Gracilaria sp. in acque reflue di impianti di allevamento	Definizione delle tecniche di coltura di specie del genere Gracilaria in vasche appositamente predisposte
SA-3.2.3	Abbattimento carichi inquinanti con invertebrati	realizzazione di un impianto sperimentale per allevamento policolturale i cui reflui siano caratterizzati da un basso contenuto di sostanze organiche inquinanti
SA-3.2.4	Utilizzo degli organismi prodotti in	Formulazione sperimentale di un mangime prodotto con

	mangimistica	organismi allevati con metodi di acquacoltura multitrofica
SA-3.2.5	Formulazione di Mangimi	Formulazione sperimentale di un mangime basato su scarti della produzione agricola e/o su biomasse microalgali
SA-3.2.6	Valutazione dell'efficacia dei mangimi ottenuti	organismi con performance di crescita, stato di benessere, salute e qualità organolettiche e biochimico-nutrizionale paragonabile e/o superiore a quella delle specie alimentate con le formulazioni dietetiche tradizionali