

**CONARGA**

CONSORZIO NAZIONALE  
DI RICERCA PER LA GAMBERICOLTURA

**VENETO**  
**AGRICOLTURA**  
*Azienda Regionale per i settori Agricolo, Forestale e Agro-Alimentare*

ATTI del CONVEGNO

**La risorsa Crostacei  
nel Mediterraneo:  
ricerca, produzione e mercato**

**25 e 26 novembre 2010**

**Corte Benedettina  
Legnaro (PD)**



Il **CONARGA**, Consorzio Nazionale di Ricerca per la Gambericoltura, è costituito da organi di ricerca ed enti pubblici che promuovono la ricerca a vari livelli sul territorio nazionale nel campo dei crostacei. Esso raccoglie istituzioni che da decenni svolgono e promuovono ricerca nel campo della biologia, ecologia, sistematica, pesca, allevamento, patologia, genetica, riproduzione, dietetica etc. dei Crostacei in generale e, più in particolare, dei Crostacei Decapodi, con speciale attenzione ai gamberi penedi.

Sono membri del CONARGA:

- 1) CIRITA (Centro Interdipartimentale di Ricerca Interazione Tecnologia Ambiente) Università di Palermo, Palermo;
- 2) Centro di Ricerca Interdipartimentale per l'Acquacoltura, CRIAcq, Università, Napoli, Napoli;
- 3) Consorzio per la Sperimentazione, Divulgazione, Applicazione di Biotecnologie Innovative, ConSDABI, Benevento;
- 4) Dipartimento di Biologia Animale, Università, Palermo, Palermo;
- 5) Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Università, Lecce, Lecce;
- 6) Dipartimento di Scienze e Tecnologie Veterinarie, Fac. Veterinaria, Università Milano, Milano;
- 7) Istituto di Ricerche per le Risorse Marine e l'Ambiente, IRMA-CNR, Mazara del Vallo (TP);
- 8) Unità di Ricerca per la Gambericoltura, UNIRIGA, Università di Lecce, Lecce;
- 9) Veneto Agricoltura, Padova.

**CONARGA**, Consorzio Nazionale di Ricerca per la Gambericoltura

Tel. 0832.298693 - Fax 0832.2986626 - e-mail: febo.lumare@unile.it - [www.conarga.it](http://www.conarga.it)



**VENETO AGRICOLTURA** è l'Azienda della Regione Veneto per i settori agricolo, forestale e agroalimentare. In questi settori opera con azioni di ricerca e sperimentazione, analisi economica, gestione del patrimonio forestale, attività di formazione, divulgazione ed educazione naturalistica. È posta particolare attenzione al settore dell'acquacoltura e della pesca attraverso le attività svolte nei propri Centri Ittici ed all'Osservatorio Socio Economico della Pesca e dell'Acquacoltura.

**VENETO AGRICOLTURA**

Sezione Innovazione e Sviluppo

Viale dell'Università, 14 - Legnaro (PD) - tel. 049.8293824

e-mail: [innovazione.sviluppo@venetoagricoltura.org](mailto:innovazione.sviluppo@venetoagricoltura.org) - [www.venetoagricoltura.org](http://www.venetoagricoltura.org)

Il convegno è stato realizzato grazie anche alla collaborazione di



[www.naturalleva.it](http://www.naturalleva.it)



[www.izsvenezie.it](http://www.izsvenezie.it)

**Comitato Scientifico del Convegno:**

Febo Lumare; Amedeo Manfrin; Silvano Marchiori; Vittorio Moretti; Renato Palazzi; Nicolò Parrinello.

**Pubblicazione edita da**

Veneto Agricoltura - Azienda Regionale per i Settori Agricolo, Forestale e Agroalimentare  
Viale dell'Università, 14 - Agripolis - 35020 Legnaro (Pd) - Tel. 049.8293711 - Fax 049.8293815  
e-mail: [info@venetoagricoltura.org](mailto:info@venetoagricoltura.org) - [www.venetoagricoltura.org](http://www.venetoagricoltura.org)

CONARGA, Consorzio Nazionale di Ricerca per la Gambericoltura  
Tel. 0832.298693 - Fax 0832.2986626 - e-mail: [febo.lumare@unile.it](mailto:febo.lumare@unile.it) - [www.conarga.it](http://www.conarga.it)

**Realizzazione editoriale**

Veneto Agricoltura - Azienda Regionale per i Settori Agricolo, Forestale e Agroalimentare

**Coordinamento editoriale e impostazione grafica**

Stefano Barbieri, Federica Mazzuccato

Settore Divulgazione Tecnica, Formazione Professionale ed Educazione Naturalistica

Via Roma, 34 - 35020 Legnaro (Pd) - Tel. 049.8293920 - Fax 049.8293909

e-mail: [divulgazione.formazione@venetoagricoltura.org](mailto:divulgazione.formazione@venetoagricoltura.org)

Pubblicazione edita nel mese di Luglio 2011

ISBN 978-88-6337-082-9



9 788863 370829

# SOMMARIO

<b>INTRODUZIONE</b> .....	pag.	5
<b>CRUSTACEAN PRODUCTION AND MARKETING, WITH SPECIAL REFERENCE TO EUROPE AND ITALY</b> Salvatore Coppola.....	»	7
<b>ORGANIC SHRIMP - CERTIFICATION AND MARKET ASPECTS</b> Stefan Holler.....	»	15
<b>CHANGES IN THE BIOLOGY AND THE PRODUCTION OF <i>MELICERTUS KERATHURUS</i>: THE CASE STUDY IN AMVRAKIKOS GULF (WESTERN GREECE)</b> Alexis J. Conides, Dimitris Klaoudatos, Costas Papaconstantinou.....	»	16
<b>EGYPTIAN MARINE SHRIMP FARMING: PROBLEMS, CHALLENGES AND PROSPECTS FOR FUTURE DEVELOPMENT</b> Sherif Sadek.....	»	27
<b>PRINCIPALI PATOLOGIE DEI CROSTACEI DECAPODI IN ITALIA</b> Amedeo Manfrin, Francesco Quaglio.....	»	37
<b>DOMESTICAZIONE DI <i>MARSUPENAEUS JAPONICUS</i> (BATE, 1888) PER UNA GAMBERICOLTURA SOSTENIBILE IN MEDITERRANEO</b> Febo Lumare, Daniela Lumare, Luca Lumare .....	»	38
<b>CONSTRAINTS IN THE COMMERCIAL PRODUCTION OF SHRIMP FEED</b> Eric De Muylder.....	»	48
<b>L'ALLEVAMENTO DEI GAMBERI IN ITALIA E NEL MEDITERRANEO SETTENTRIONALE</b> Alberto Sanna.....	»	49
<b>QUALITÀ E SICUREZZA DELLE CARNI DI GAMBERO</b> Vittorio M. Moretti, Maria Letizia Busetto .....	»	60
<b>STRESS E IMMUNITÀ NEI GAMBERI ALLEVATI</b> Mirella Vazzana, Nicolò Parrinello.....	»	65
<b>EFFETTI DELL'IMMUNOSTIMOLANTE B-1,3/1,6-GLUCANO NELL'ALLEVAMENTO DELLE POST-LARVE DEL GAMBERO (<i>DECAPODA, PENAEIDAE</i>) <i>MARSUPENAEUS JAPONICUS</i></b> Luca Lumare, Daniela Lumare, Febo Lumare .....	»	72
<b>USO DEI MARCATORI MOLECOLARE PER LO STUDIO DELLA VARIAZIONE GENETICA DI <i>MELICERTUS KERATHURUS</i> (CRUSTACEA, DECAPODA)</b> Marco Arculeo, Rosalia Pellerito, Sabrina Lo Brutto, Francois Bonhomme.....	»	84
<b>ALIMENTAZIONE E PREDAZIONE IN NATURA DI <i>MELICERTUS KERATHURUS</i></b> Ermelinda Prato, Michele Pastore, Isabella Parlapano, Francesca Biandolino.....	»	90

<b>I DECAPODI BERSAGLIO DELLA FLOTTA ARTIGIANALE TRA CAPO GRANITOLA E CAPO SAN MARCO (COSTA SUD OCCIDENTALE SICILIANA)</b>	
L. Cannizzato, Sergio Vitale, G. De Stefano, Daniela Lumare, Marco Arculeo, A. Milazzo, G. Salvo .....	pag. 100
<b>ASPETTI RIPRODUTTIVI DEL GAMBERO PENEIDE <i>MELICERTUS KERATHURUS</i> (DECAPODA, PENAEIDAE) - IL CASO DI STUDIO DELL'ADRIATICO MERIDIONALE</b>	
Daniela Lumare, Luca Lumare, Sergio Vitale, Febo Lumare .....	» 107
<b>EFFECTS OF NATURAL COMPOUNDS IN THE SEX DETERMINATION OF DECAPOD CRUSTACEANS AND POSSIBLE AQUACULTURE APPLICATIONS: A REVIEW</b>	
Valerio Zupo, Chingoileima Maibam.....	» 113
<b>LA GAMBERICOLTURA NEL DELTA DEL PO - CENNI STORICI</b>	
Renato Palazzi.....	» 121
<b>GAMBERICOLTURA E VALLICOLTURA</b>	
Lorenzo Zanella.....	» 122
<b>IL PROGETTO GAMBERICOLTURA IN VALLE CHIARA (<i>FRIULI V.G.</i>)</b>	
Giorgio Giorgetti, Daniele Rusin, Tiziano Scovacricchi .....	» 134
<b>MANGIMISTICA E GAMBERICOLTURA: PROSPETTIVE DI SVILUPPO</b>	
Marco Scolari.....	» 135
<b>PESCA ED ALLEVAMENTO DI <i>CARCINUS AESTUARII</i>, NARDO 1847 NEL CONTESTO DELLE ATTIVITÀ ALIEUTICHE LAGUNARI E DELLE TRADIZIONI VENETE</b>	
Michele Pellizzato.....	» 136
<b>IL CONTRIBUTO DEI MODELLI MATEMATICI AD UNA GAMBERICOLTURA SOSTENIBILE</b>	
Roberto Pastres, Giovanni Orlandini .....	» 146
<b>EFFETTI DELLE FLUTTUAZIONI AMBIENTALI SULLE CATTURE E SULLA MORTALITÀ ACCESSORIA DEI CROSTACEI IN ALTO ADRIATICO</b>	
Saša Raicevich, Otello Giovanardi, Mariano Beltramini .....	» 153
<b>PRODUZIONE DI GIOVANILI DI ASTICE EUROPEO <i>HOMARUS GAMMARUS</i> (LINNAEUS, 1758) PER AZIONI DI RIPOPOLAMENTO ENTRO AREE MARINE CIRCOSCRITTE</b>	
Tiziano Scovacricchi, Enrico Ferrero .....	» 154
<b>LA PRODUZIONE DI CROSTACEI NEL NORD ADRIATICO</b>	
Alessandra Liviero, Nicola Severini .....	» 165
<b>DISTRIBUZIONE E CONSUMO DI CROSTACEI IN ITALIA - L'ESPERIENZA DI UN OPERATORE</b>	
Luca Stocco, Andrea Costantin.....	» 171

## INTRODUZIONE

Nei giorni 25 e 26 novembre 2010 si è svolto a Legnaro (Pd) il convegno “La risorsa Crostacei nel Mediterraneo: ricerca, produzione e mercato”. Il convegno è stato promosso dal CONARG A, Consorzio Nazionale di Ricerca per la Gambericoltura in collaborazione con Veneto Agricoltura e con il contributo dell’Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie e Naturalleva.

Il **Convegno** si poneva l’obiettivo di fare il punto sulla situazione della risorsa “Crostacei” nel Mediterraneo ponendo in evidenza quelli che rappresentano i punti nodali della problematica il cui superamento costituisce condizione importante per promuovere lo sviluppo del settore. Con questo spirito il contributo dei relatori ha voluto essere un approccio pratico al problema e propositivo per superare i complessi ed articolati aspetti tecnologici e strutturali che ancora condizionano la produzione dei crostacei, ed in particolare dei gamberi peneidi, in Italia e nel Mediterraneo.

Questa pubblicazione raccoglie le relazioni e gli abstract degli oltre venti relatori intervenuti offrendo una documentazione di sicuro interesse per il modo scientifico e produttivo del settore.



# CRUSTACEAN PRODUCTION AND MARKETING, WITH SPECIAL REFERENCE TO EUROPE AND ITALY

**Salvatore Coppola**

Former Senior Fishery Resources Officer – FAO, rino.coppolahotmail.com

## Abstract

The present financial world crisis has produced severe changes in many sectors on a global scale. Most of the production, trade, imports and exports related to high-quality food for human consumption and well-being are involved, and the high-priced shrimp sector, in particular, has been affected. It is clear that, in these circumstances, additional information to that for normally managing the “business” is needed to be able to assess the situation in more depth, to foresee expected evolutions and to take further action accordingly aimed at a sustainable and remunerated development in difficult times.

The presentation is an overview of available basic statistics and trends on production, imports and exports of shrimp fishery from the global viewpoint down to the situation in Europe and then in Italy. The presentation will also focus on the importance nowadays of sectoral information systems which, while providing information, also enable discussions and forums between the stakeholders, such as producers, traders, managers and consumers, etc.

National entrepreneurs should be solicited to access international systems when data are aggregated globally (to have a global vision) and participate in systems close to their own realities where they can find national peculiarities. It is therefore extremely important for modern actors to be both members of a wider system and, at the same time, exchange information on related national issues.

## Summary

Official statistics show a separate development over time for fisheries and for aquaculture (even in prices their development was completely different). The captures of wild shrimp remained stable for almost the whole decade, while we have found a significant increase in the aquaculture production, which is also expected to grow in the coming years. The main reason is probably that aquaculture has benefited to a larger degree from technological improvements, increased yields in production and improved logistics and distribution systems (new producers from more remote areas can export their goods to developed countries, and also their costs are much lower, in particular labour costs). This is also reflected in prices. Capture fisheries are frequently energy and capital intensive and their costs are today higher than those for farms due to all the improvements mentioned earlier. Although the demand is high, it is covered thanks to the contribution of the farms as nowadays there is a large number of shrimps producers. The wild captures remain stable, but we will probably see a further increase in aquaculture production due to all the improvements in the whole process, but even consumers are increasingly concerned about sustainability issues, especially over-fishing. The high number of shrimps producers localized in countless areas and under different production and managerial policies need to be constantly kept updated/informed on the regulations issued and frequently reviewed in buyer countries and by consumers associations. In this scenario, the role of capillary and timely information is vital.

## Introduction

As the subject of the contribution to this congress indicates, this discussion will mainly focus on the situation and trend of Shrimps data in general in Europe and Italy and its interaction with the fishery and aquaculture as a whole. The second main discussion item is the role and importance that the information management plays in this dynamic sector.



The world fisheries have undergone more than one century of very intensive active development. In table 1. total world production from fisheries and aquaculture is presented for reference. This development has been assisted by impressive changes in technology and market advances. The management measures recommended, over many years, to be adopted by many countries are mainly designed to assure a sustainable exploitation of the resources, to limit fishing effort, to protect the ecosystem biodiversity, to develop aquaculture and to apply the principles of the FAO Code of Conduct for Responsible Fisheries. Nevertheless, for various reasons, in recent years some important fisheries collapsed leading to dramatic socio-economic problems, underlining that the main issues to be faced by fisheries today are, among the most important, over-capacity and over-fishing.

**Table 1. World fisheries and aquaculture production (2001-2008) – million tonnes.**

Year	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>World total</b>	135.1	138.3	138.4	146.8	149.9	151.2	155.3	159.1
<b>Total capture fishery</b>	90.8	91.0	88.2	92.3	92.2	89.9	90.1	92.6
<b>Total aquaculture</b>	44.3	47.3	50.2	54.5	57.7	61.3	65.2	66.5

Many other problems progressively emerged: environmental impacts of fishing; land-based pollution and degradation of fisheries' ecosystems; seafood safety and quality; impact of globalisation on fisheries and fish trade; the role of subsidies; the question of safety on board; the importance of small-scale fisheries, the insufficient level of scientific research, and more generally the poor quality of the information available for policy, planning and management of fisheries.

The survival of certain levels of capture fisheries and aquaculture as important economic activities in the future requires a profound modification of the way in which some elements of these industries operate.

As far as the contribution to the world food supply is concerned, according to FAO, (SOFIA 2008), capture fisheries and aquaculture supplied the world with about 110 million tonnes of food fish in 2006, (115 million in 2008) providing an apparent per capita supply of 16.7 kg (live weight equivalent), which is among the highest on record. Of this total, aquaculture accounted for 47 percent. One of the consequences of the economic crisis in late 2008 and throughout 2009 was the response of aquaculture producers to invest less in future production by reducing stocking levels. Since then, demand in many developing countries especially in the Asian and South American regions has been quite resilient, and developed country demand is also now picking up again. As a result, prices for many farmed products such as shrimp, catfish, tilapia and salmon have risen significantly in 2010.

World production of "Shrimps" generated by fisheries and aquaculture has today reached a level of about 6520 thousand tonnes with an import/export portfolio of millions of Euros. Moreover, according to many experts and studies this resource is the most (or among the most) *internationally-traded fishery commodity in terms of value*.

Shrimp Fishery, regardless of whether captured from the wild or from aquaculture, is an important human food resource that embraces important economic and social aspects practically worldwide. A report from FAO stated that "Shrimp is now the most important internationally traded fishery commodity in terms of value. In many tropical developing countries, it is the most valuable fishery export; the employment aspect is also significant. The economic importance of shrimp needs to be reconciled with considerable concern about the environmental impacts of shrimp fisheries" (Gillett, R. FAO-2008)

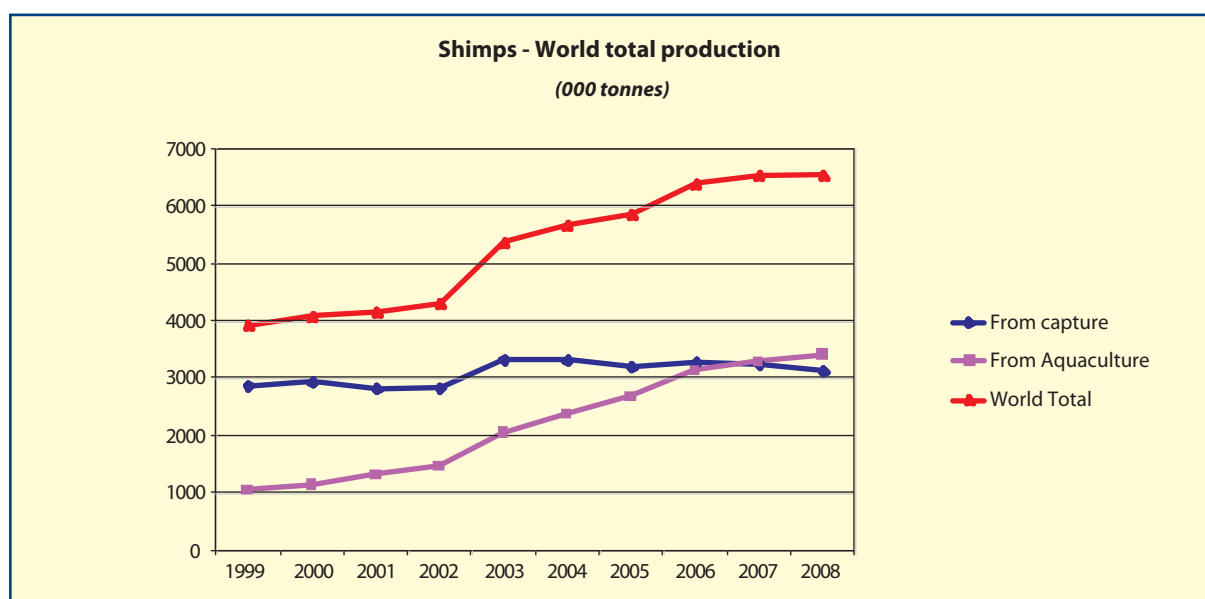
## Discussion

Focusing mainly on Shrimp production it can be estimated that the captures of wild shrimp remained stable for almost the whole decade (from about 2883 thousand tonnes in 1999 to about 3120 thousand tonnes in 2008 with the highest peak of 3330 thousand tons reached in 2005), while a significant increase of the aquaculture production has been observed (from about 1050 thousand tons in 1999 to presumably about 3400 thousand tonnes in 2008), which is also expected to grow in the coming years. The main reason is probably that aquaculture has benefited to a larger degree from technological improvements, increased yields in production and improved logistics and distribution systems (new producers from more remote areas can export their goods to developed countries, and also their costs are much lower mainly due to labour costs). With a weaker dollar over the last years, South American countries faced problems when competing with Asian countries, which



had lower costs at the moment of producing but were already using the same technology which helped them to become not only more competitive, but also to reach the quality standards of the markets. The weakness of the US currency has influenced commercial decisions. Developing countries confirm their fundamental importance as suppliers to world markets with close to 50% of the value and to 60% of the quantity of all fish exports. Imports are mostly by developed countries, which represent about 80 percent of the total import value of USD 108 billion (2008).

**Figure 1. Total world production of shrimps showing the different growing pattern for wild and aquaculture productions.**



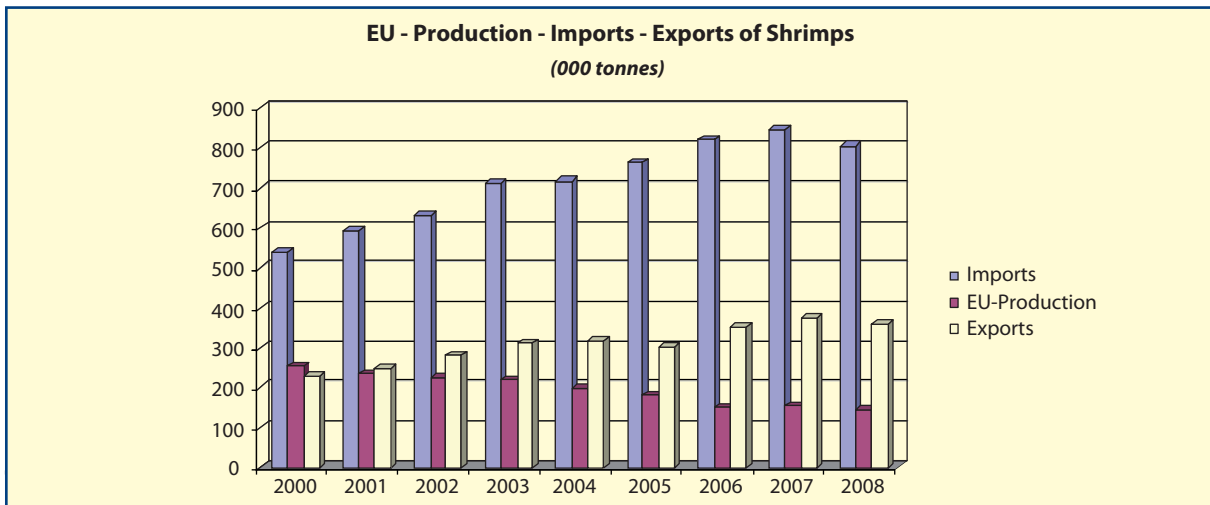
### A general overview of the shrimp industry in Europe and Italy

As far as Europe is concerned, over the period 2000-2008 the shrimps total production fell from 257.0 thousand tonnes in 2000 to 144.0 thousand tonnes in 2008. This figure represents a drop of about 35% in total (fishery and aquaculture). For the portion attributed to aquaculture, it must in part be considered a form of outsourcing of production and supply (cases of Spain, Russia, UK and Norway). Producing in developing countries is cheaper, mainly due to labour costs and an improvement in logistics, which makes possible international transport to more remote areas. The rising share of developing countries also reflects the significant increase in aquaculture, where the costs and prices have been reduced through economies of scale and improved technology.

While total production in Europe was decreasing from 2000 to 2008, import of Shrimps to the EU has gradually been growing as has the exports of the processed (mostly imported) shrimps. The small drop in 2008 was certainly due to the financial crisis and in 2009 we have already observed a slight upward trend. In table 2 the three main components of shrimps industry (production, imports and exports) in EU are reported, while in table 2 they are graphically represented to better assess their relationship.

**Table 2. Shrimps production, imports and exports in Europe. Weight in thousands tonnes.**

Year	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>Production</b>	257.0	237.8	226.5	220.1	198.1	183.2	152.6	155.0	144.0
<b>Imports</b>	541.7	593.7	631.7	713.4	718.7	765.0	820.0	846.8	806.8
<b>Exports</b>	229.9	249.1	280.6	313.2	317.3	304.1	353.2	374.7	361.0

**Figure 2. Shrimps production, imports and exports trends in Europe.**

Prices of wild catches and farmed shrimps followed different trends. The former increased in the 2002-2008 period whereas aquaculture prices are indeed lower today than they were 10 years ago. The reason is related to what was mentioned above, while capture fisheries are frequently energy and capital intensive (the costs are high), aquaculture has benefited from the technological improvements, increased yields in production and the improvement in logistics and distributions systems (also maintaining the cold chain), allowing more companies to compete in the market with lower costs. In table 3 the relationship between imports and prices in the EU is represented together with the average price index. The table shows, for the last decade, an imported quantity constantly growing at a much higher rate than its overall value, resulting in a declining trend for unit price. The calculated average price index is reported to clearly show the relative trend between the two variables over time (average price index = Value/Quantity ; base year 2000). In table 4 the same parameters are presented for EU exports. For a better visual assessment a series of graphs (figure 3 and figure 4 below) showing the trend indices of the imported and exported Quantities, Values and Average Prices are presented showing the trends over time of the three variables related to the year 2000.

**Table 3. EU Import figures for Shrimps.**

EU Import of shrimps (all product type)									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>Quantity (000 tonnes)</b>	542	594	632	713	719	765	820	847	807
<b>Value (million Euro)</b>	3798	3865	3584	3741	3504	3723	4066	4093	4055
<b>Average Price (Euro/Kg)</b>	7.0	6.5	5.7	5.2	4.9	4.9	5.0	4.8	5.0
<b>Average Price Index</b>	100.0	92.9	80.9	74.8	69.5	69.4	70.7	69.0	71.7

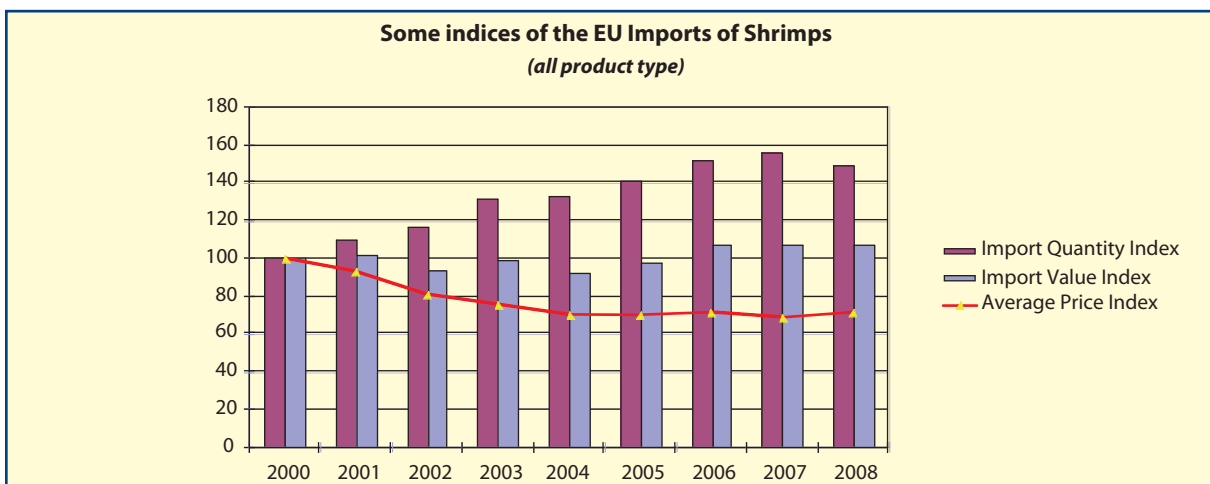
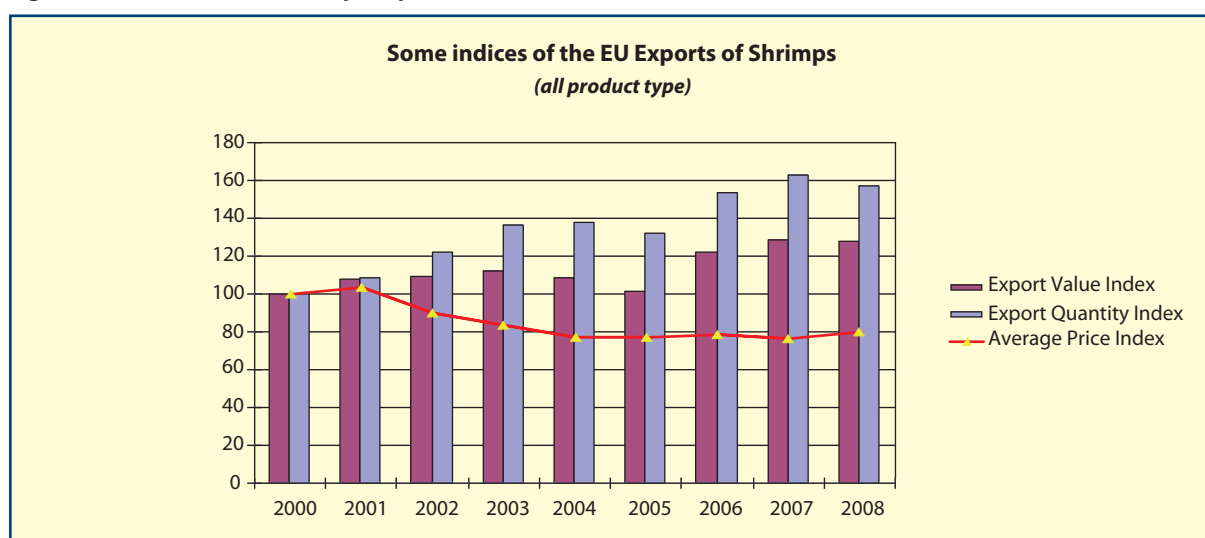
**Figure 3. Trend indices of imports of shrimps in the EU.**

Table 4. EU Export figures for Shrimps.

EU Shrimps Export – Quantity, Value, Average price									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Value (Million Euro)	1448.2	1563.6	1582.8	1619.7	1572.6	1467.5	1765.7	1862.7	1850
Quantity (000 tonnes)	229.9	249.1	280.6	313.2	317.3	304	353.2	374.7	361
Average Price (Euro/Kg)	6.3	6.5	5.7	5.2	4.9	4.9	5.0	4.8	5.0
Average Price Index	100	103.35	90.08	83.24	77.40	77.27	78.71	76.74	79.79

Figure 4. Trend indices of Shrimps Exports in the EU.

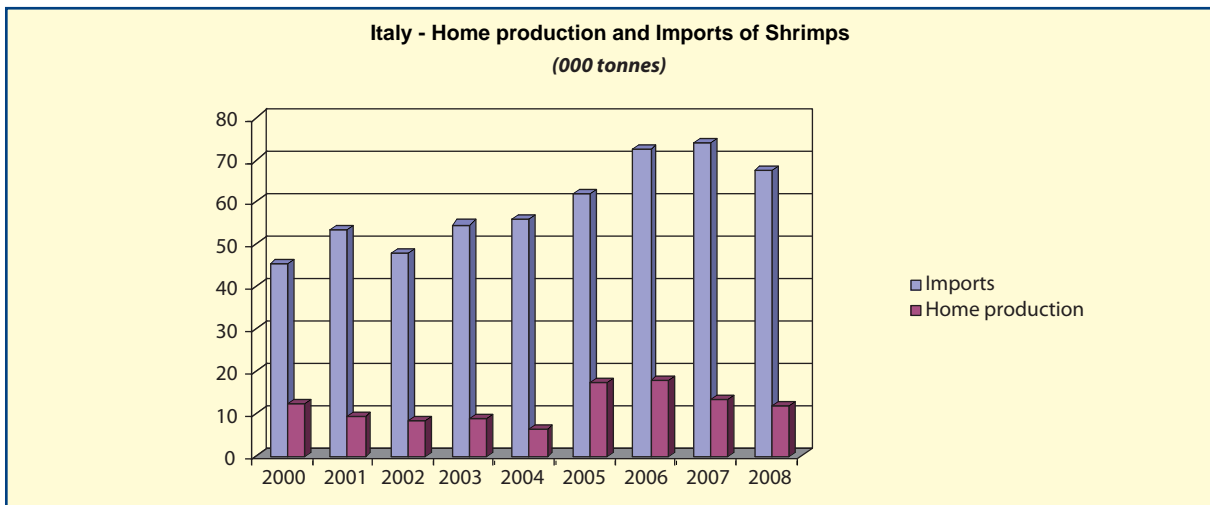
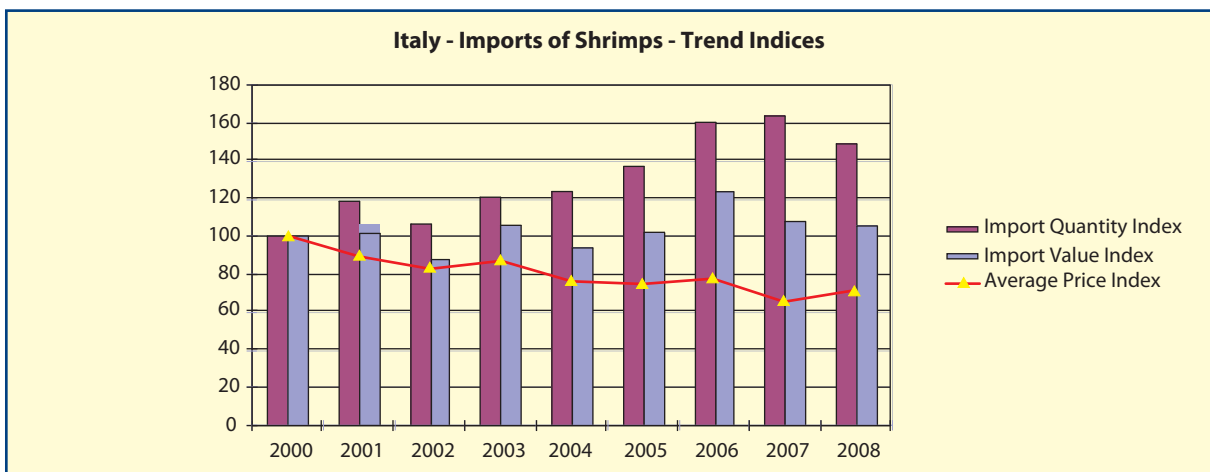


### Summary of the situation in Italy 2000-2008

In Italy, the situation is that the shrimps production is more or less stable around 12 000 tonnes with a growing import pattern very similar to the rest of the EU. Only in 2008 the total imports of Italy showed a drop, but this was probably caused by the economic crisis that affected the global economy. A recovery in the market is expected so the total imports will probably grow again when the economic situation becomes more stable. As far as the imports production picture is concerned, it reflects the situation in the EU; imports increased by about 50% in 2008 over the year 2000, while the imports value remained more or less stable around 5% increase in 2008 over the 2000 (see table 5 and the associated figure 5 below). The above brings the average price index in 2008 to 70.9, (year 2000 = 100). As per the EU presentation, figure 6 shows the trend indices of Italian imports for a better visual assessment of such time series.

Table 5. – Italy production and imports of shrimps 2000-2008.

Year	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Production	12.4	9.5	8.6	9.3	6.7	17.7	18.2	13.5	12.0
Imports Quantity	45.5	53.8	48.2	54.9	56.2	62.2	72.7	74.4	67.8
Imports vales	347.9	369.9	304.9	368.2	325.3	454.4	429.5	373.1	367.7
Import price index	100	89.9	82.7	87.7	75.7	74.5	77.3	65.6	70.9

**Figure 5. Italy production and imports of shrimps 2000-2008.****Figure 6. Trend indices of Italian imports of shrimps 2000-2008.**

## Structure of the sector

As anticipated in the introduction, the aquaculture industry is organised in various ways, (i) some aquaculture companies dealing only with production and at a high level of investment and production, (ii) companies incorporate both industrial and artisanal forms of production in the same enterprise, (iii) aggregation of large-scale corporate producers using intensive methods and (iv) smaller-scale family or co-operative producers working world-wide.

It is acceptable to place the world producers of shrimps in groups (iii) and (iv) and shrimp production, distribution and consumption, and the way this product is marketed, preserved, presented, distributed and offered to consumers, are a realistic representation of globalization.

In fact, this "product" is not the result of massive production from one or more national or multinational companies operating worldwide with their own internal (in the house) management rules and procedures, policy options, controls, etc., and within national or international governance structures.

On the contrary, production and, therefore, availability, is globally distributed and carried out by myriads of small, medium and large enterprises, (aquaculture farms, artisanal and industrial fisheries, deep-sea fisheries, etc.). These countless ventures are operating under many different production and marketing regimes, working conditions, legislations, management rules, health and hygiene conditions, financial and fiscal regimes, etc. Not to mention their position vis-à-vis the environment, food security, sustainability and other sensitive issues.

It becomes evident that, with this scenario, information management cannot be unidirectional from the top down, but is dispersed among many and differentiated information channels that need to be accessed by the stakeholders themselves, whatever their position and level within the shrimp sector, or through their intermediaries (associations or corporations), or specialised networks.

One of the many effects that the globalization has introduced in modern life, which certainly includes this sector, is the fast concreteness of events to which stakeholders have to respond through prompt decision in planning actions and activities to achieve the objectives. The shrimp industry in all its dimensions has to deal with numerous variables which cover, according to the situation, production, trade, consumption, marketing, imports/exports, presentation, recipes, products, farming, fishing, legislation, regulations, etc. On the other hand, the Net provides users with all sorts of information that is not necessarily accurate, clean, or certified. It is clear then, that in order to efficiently respond to this demand, information that is restricted to a single aspect is no longer enough. The data acquisition process requires a continuous integration of information resulting from wider and comprehensive sources and had the sources of information are nationally and internationally certified.

Shrimp promoters dealing with a variety of interrelated themes and issues, when involved in decision making and follow-up activities must have easy and timely access to good quality statistics and information in the wide sense. As stakeholders living and working in any place, their involvement in such a process varies from case to case and from situation to situation. Therefore, they also need to be able to interact strongly with the information world outside their specific fields. Sometime this process is lengthy and facilitates more those individuals who live or work in developed countries with high level technological facilities.

The crucial issue is what kind of data are needed, and how to search, collect, store and manage the information produced since it was generated from different sources with different structures, natures and dimensions whose data were sometimes provided or published for other reasons.

### **Options for modern information management**

In modern days with very high competition not only in production but also in prices worldwide, Historical and Institutional data are fundamental to understanding and explaining today's phenomena and to evaluating evolutionary trends, the causes and effects, and their magnitudes as well as to constructing trends and reference points. To the above we have to take into consideration that not all the information is of a certain level and not all is unbiased. Therefore, the second most important issue to put foreword concerns the certainty that we have **good quality managerial and technological information** particularly geared to the sector essential to professionals working in institutions or private enterprises dealing with a variety of interrelated themes and issues, all contributing to decision making. The Net allows "any" provider to circulate all kind of data and information. Apart from the quality and reliability of the information, there is, often, the problem of the data format. It is recommended that, daily workers involved in any segment or level of fishery and aquaculture production at any level, should be a member of **specialised business networks** that offer prompt support and dialogue with the associates on both simple and complex issues.

### **Information systems to support managements**

The crucial issue is what kind of data are needed, when and where, and how to search, collect, store and manage the information which is not always available in an easy, direct and formatted way.

Fishery and Aquaculture entrepreneurs should be solicited to access international systems, national and regional sectorial systems and actively participate in systems close to their own world where they can find the answer and support to problems.

Finally, the following four concepts should be taken into account when developing an information system aiming at a correct use of information management:

- ❖ Consult Institutional and non-Institutional sources of information according to requirements, but also, taking into account the specialization and the mission of the information providers;
- ❖ Interact with professional association networks by actively participating not only as an information user but also as a "data" provider;

- ❖ Make full use of the “Lesson learned” and apply it accordingly;
- ❖ Monitor the development of activities to ensure it does not focus only on one aspect but conforms to the ecosystem principles.

**Reference**

Gillett, R. Global study of shrimp fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 475. Rome, FAO. 2008. 331 p.).

EUROSTAT – National Statistics 2010.

FAO GLOBEFISH.

FAO FishStat Plus 2010.

FAO -The State of World Fisheries and Aquaculture - 2008 (SOFIA).

# ORGANIC SHRIMP – CERTIFICATION AND MARKET ASPECTS

**Stefan Holler**

Naturland e.V., Kleinhaderner Weg 1; 82166 Gräfelfing/Germany, s.holler@naturland.de

## **Abstract**

Naturland – Association for Organic Agriculture was founded in 1982 with its headquarters in Gräfelfing, near Munich, Germany. Today Naturland is one of the world's foremost organisations in the promotion of organic agriculture and aquaculture. On a global level, in 2008 over 50.000 farmers were cultivating an area in excess of 160.000 hectares in 190 Naturland co-operatives the world over. In the mid-Nineties, Naturland started to develop standards for Organic Aquaculture. Today, aquafarms in more than twenty countries are producing according to these standards.

This presentation will provide information about the the principles of organic aquaculture with special emphasis on shrimp production, the requirements for organic aquaculture certification, as well as some market figures about organic aquaculture production worldwide.



# **CHANGES IN THE BIOLOGY AND THE PRODUCTION OF *MELICERTUS KERATHURUS*: THE CASE STUDY IN AMVRAKIKOS GULF (WESTERN GREECE)**

**Alexis J. Conides, Dimitris Klaoudatos, Costas Papaconstantinou**

Hellenic Centre for Marine Research, Agios Kosmas, Hellinikon, 16777 Athens, Greece.

E-mail: conides@ath.hcmr.gr, akoni@tee.gr

Author to whom correspondence should be addressed: Dr Alexis J. Conides, e-mail: akoni@tee.gr

**Keywords:** *Melicertus kerathurus*, production, reproduction, growth, morphometric, historical trends.

## **Summary**

The paper presents the results of a review of scientific information regarding the biological and population data on the species *Melicertus kerathurus* in Amvrakikos Gulf (Western Greece). The existing historical data indicate significant changes in the state of the population which are attributed to the environmental degradation of the gulf mainly due to agriculture, overfishing and illegal fishing.

## **Introduction**

The shrimp *Melicertus kerathurus* is a species with high commercial value in the North Mediterranean region and mainly in Italy and Greece. Despite the excellent climatic conditions, coastal fish and shrimp are considered to be poor in condition and largely affected by over-fishing, fishing with illegal methods and pollution. In Greece the species can be found in Amvrakikos Gulf (Western Greece). Smaller populations inadequate to support a target fishery can be found along the Ionian Sea coast of Greece and the North Aegean Sea (from the Gulf of Thermaikos to Alexandroupolis). It is commonly accepted that scientific knowledge of the coastal ecosystems is still limited. Additionally, there are no reliable data regarding the fish and shrimp yields in most lagoons, especially in the case of multi-species fisheries. A matter of similar importance is the fisheries and environmental data collection process applied in these areas today. In the case of a closed gulf, such as the Amvrakikos Gulf, the pollution and the other coastal human activities apply significant stress on the population of the shrimp. The isolation of the species population in the gulf combined with the facts that this population has never been studied before and that it is considered as the most valuable commercial product of the whole region, makes the need for a thorough study imperative.

## **Materials and Methods**

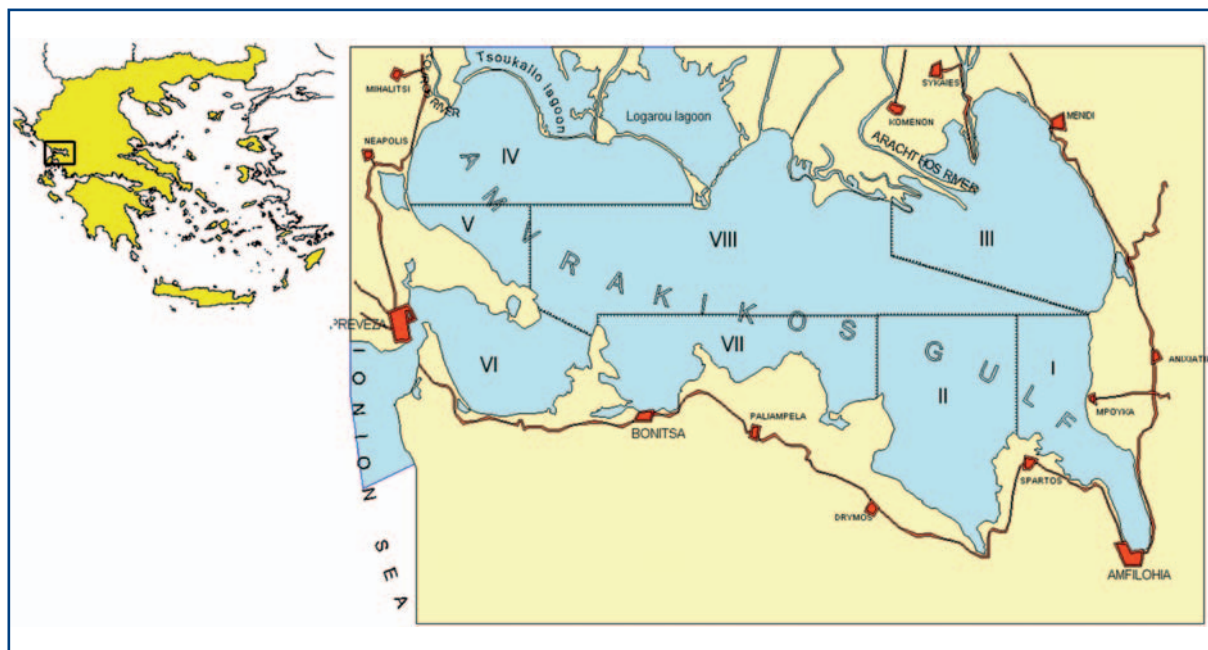
### **1. Area Description**

The Amvrakikos Gulf is located on the west coast of Central Greece between 38°55' and 39°05' N and 20°45' and 21°10' E (Fig. 1). It covers an area of 530 km<sup>2</sup> with a maximum length of 35 km and maximum width 20 km. The maximum depth of the gulf is approximately 63 m at the centre according to the maps but bathymetric study during research projects (H.C.M.R. 2001) showed a maximum depth of 58 m indicating an approximate 30 cm decrease of depth per year since the last mapping of the area. The Gulf is connected with the open sea (Ionian Sea) through a narrow channel located at the west side. The width of the channel is about 600 m and the maximum depth is 7 m. There are 2 rivers: the Louros and Arachthos rivers that flow into the gulf from the North side creating a multiple habitat that sustains aquatic ecosystems locally. The flow of the rivers is constant at 32.9 and 15.5 m<sup>3</sup>/sec respectively.

The rivers have created over the years, a series of lagoons at the North side. These 4 lagoons are named Rodia, Tsoukalio, Avleri and Logarou. These lagoons can be organized in two distinct areas - the Tsoukalio complex (composed of the lagoons of Tsoukalio, Avleri and Rodia, which are interconnected with canals) with an area of 6000 Ha and the Logarou complex with an area of 4000 Ha. The Tsoukalio complex is connected with Amvrakikos Gulf through one main canal located at the south side of the Avleri lagoon. From this canal, the seawa-

ter is transferred to the Rodia lagoon through the Tsoukalio lagoon and therefore, both Rodia and Tsoukalio lagoons are considered isolated. The Logarou lagoon is interconnected with the Gulf through four openings on its southern levees. Most of the fisheries production of Amvrakikos area originates from these lagoons but the pollution (agriculture chemicals) and the use of freshwater flows for irrigation, has caused the dramatic decrease of water quality, increase of salinity and reduction of the fisheries production.

**Figure 1. G.I.S. map of the Amvrakikos Gulf area (Central-Western Greece).**



## 2. Sources of data

The review is based on fishing, environmental and socioeconomic data collected during research projects in the area of Amvrakikos Gulf. Until today there have been 2 recent projects in the area targeting the karamote shrimp (Klaoudatos, 1984; HCMR, 1989; 2001).

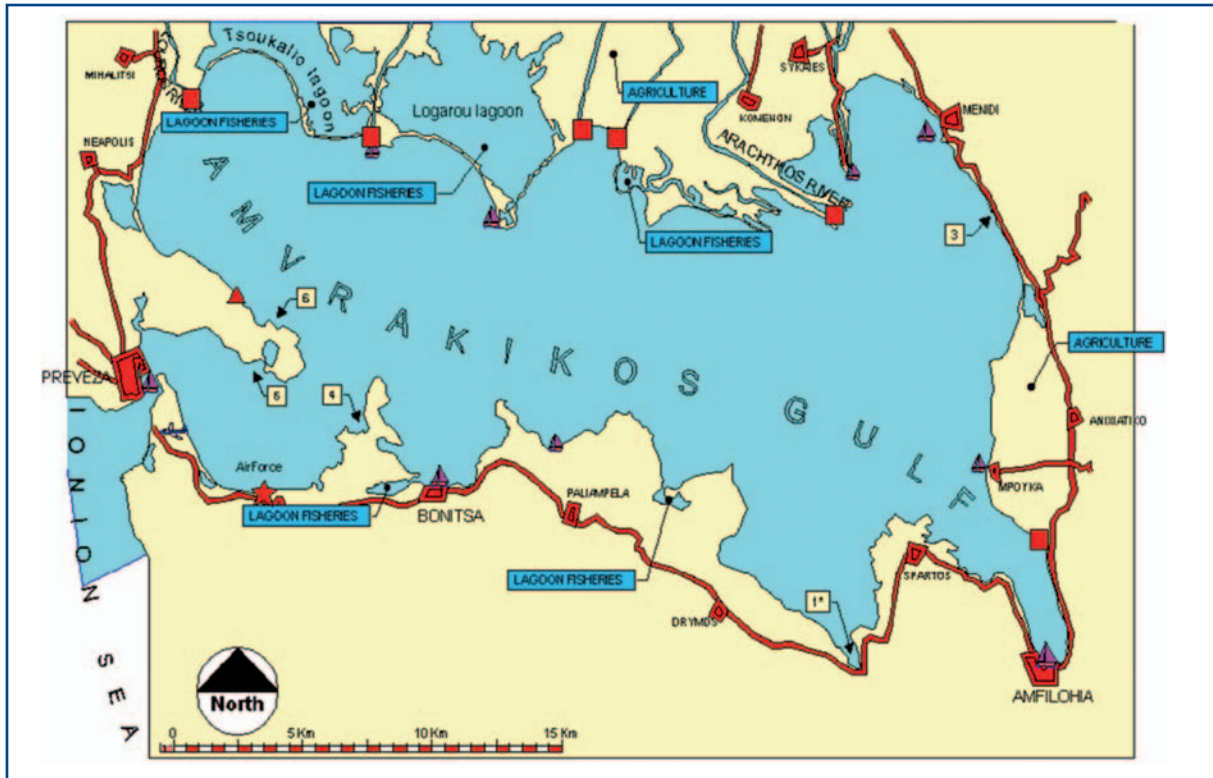
## Results and discussion

### 1. Uses and sources of conflict

The area of Amvrakikos Gulf is characterised by intensive uses along the coastal zone as well as the surrounding land. North shoreline exhibits 2 groups of large lagoons which are exploited for lagoon fisheries using traps. Further to the north (a distance of 1-2 km from north shoreline bordering the lagoons), an extensive irrigation and drainage system for agriculture is in operation with an area of 100 km<sup>2</sup> approximately.

The system outflows at the north shoreline of the gulf through 2 rivers (Louros and Arachthos) and a few irrigation canals (Fig. 2). Livestock is greatly developed in the surrounding lands. Also there exist 3 major commercial harbours and 7 small fishing vessel refuges (Fig. 2). The commercial harbours are used for transportation of agriculture materials (mainly chemicals) and fuel. In a few areas organised camping can be found and small scale tourist activities take place. However, most tourist activity is transferred to the Ionian islands and especially Lefkada (20 minutes from the Gulf region on average). On the south-east shoreline, 2 fuel depots can be found (SHELL and MAMIDAKIS) and on the south-west shoreline, one air force fuel depot can be found. Finally, 21 cage fish farms, 3 eel farms (land based) and 2 hatcheries operate in the area (Fig. 2. yellow arrow-boxes).

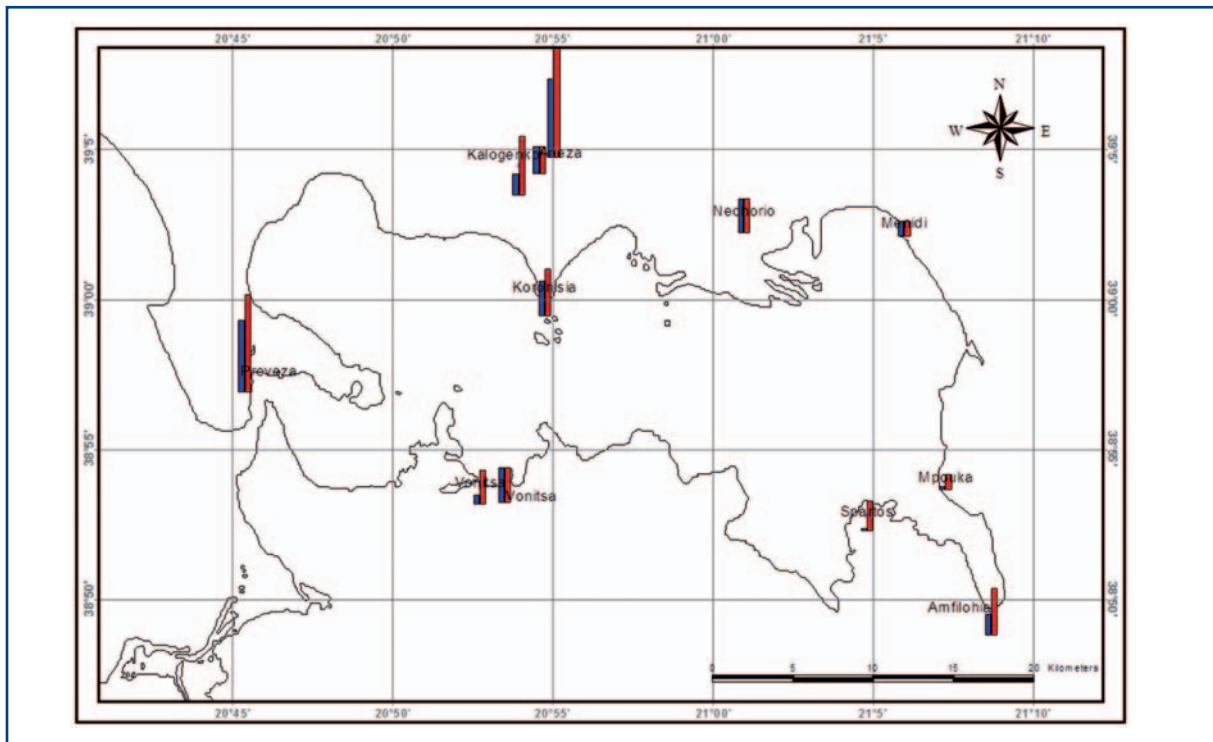
Figure 2. Distribution and location of the major coastal zone uses in Amvrakikos Gulf.



2. Fleet and professional fishermen

Survey of the local fishermen unions and vessel counting in harbours and fishing refuges showed the following results (Fig. 3).

Figure 3. Distribution of fleet and professional fishermen.



There are:

- 12 official and registered cooperatives of professional fishermen
- 604 fishermen with professional licenses issued by the local Coast Guard Authority
- 435 fishing vessels operating in the Gulf

Most fishermen and unions are located on the north parts. Harbours located on the western shoreline also exhibit high numbers of registered vessels and fishermen but care should be taken to distinguish the fleet segment which operates out of the gulf (Ionian Sea coasts). Those vessels are purse and beach seiners mainly which are not allowed to operate in the gulf.

### 3. Vessels and fishing operations

Fishing of shrimps is carried out using trammel nets with internal mesh of 22 mm and external of 110 mm. Today this is the only allowed gear in Amvrakikos gulf according to the legislation in effect. The nets are deployed usually at depths between 5 and 16 m in various areas of Amvrakikos Gulf. The nets that are used in the area, in general, have a length of 500-600 m and a height of 1.5-4 m. The nets are deployed either parallel or perpendicular to the coastline depending from the coast morphology and previous experience. The nets remain in the water for 2 to 12 hours depending to the season and the existence of large schools of other non-commercial species as anchovies and sardines or large animals (dolphins and turtles) that may destroy the net.

The boat used locally is called "priari" (Fig. 4) and is a small wooden craft with a length between 4-8 m and a small inboard petrol engine (5-15 HP in most cases).

The technical characteristics of the local traditional fishing vessel are:

- LOA 6-9 m, average 7 m
- no keel, wooden, traditional ship building technique unique in the region
- facilities for net lifting are rarely installed as in the picture on the left; hand lifting of nets limits the depth of deployment at depths above 10 m
- engine: inboard, petrol, 5-25 HP, average: 15 HP
- trammel nets and long lines only
- one or rarely two fishermen per boat (owner/captain and worker)

Figure 4. Typical fishing vessel.



### 4. Fishing grounds evolution

Previous studies undertaken in the area of Amvrakikos Gulf, have shown that there has been a dramatic change in the distribution and migration patterns of the species in Amvrakikos Gulf.

The results have shown that the fishing grounds have been reduced almost to 50% and are today located along the south shoreline only (Figs. 5 & 6). Traditional fishing grounds (and also reproduction grounds where adult shrimps gather) around the river deltas have been eliminated due to agro-chemical pollution (Louros river; north-west shoreline) and water management for upstream hydro-electric power production (Arachthos river; north-east shoreline).

The use of old and traditional fishing vessels in the gulf as well as the extremely low financial strength of fishermen – which hinders their ability to modernise the vessels or buy more nets - does not allow them to operate far from their home ports. The average fishing trip is 2-3 hours (one way) until the selected area for net deployment and is highly affected by the weather (especially the winds coming from the west).

Fishermen from the north shoreline need to cover long distances in order to reach the rich south fishing grounds (Fig. 7). Fishermen from Amfilohia city (south-east area) usually operate within the Amfilohia gulf. The low financial strength of the fishermen does not allow them to invest in nets and on average each fishermen owns 800-1200 m of trammel nets. Because of this, the fishermen cannot exploit more than one fishing ground per day (only one location). Only a few fishermen with large vessels (coastal vessels, 8-10 m in total length, 30-60 HP) which are registered in west harbours (Preveza city) exhibit the appropriate power to cover within one day all the area of Amvrakikos Gulf and therefore, these vessels can exploit more than one fishing grounds simultaneously.



Figure 5. Distribution of the main shrimp fishing grounds in Amvrakikos Gulf (1980-1984).

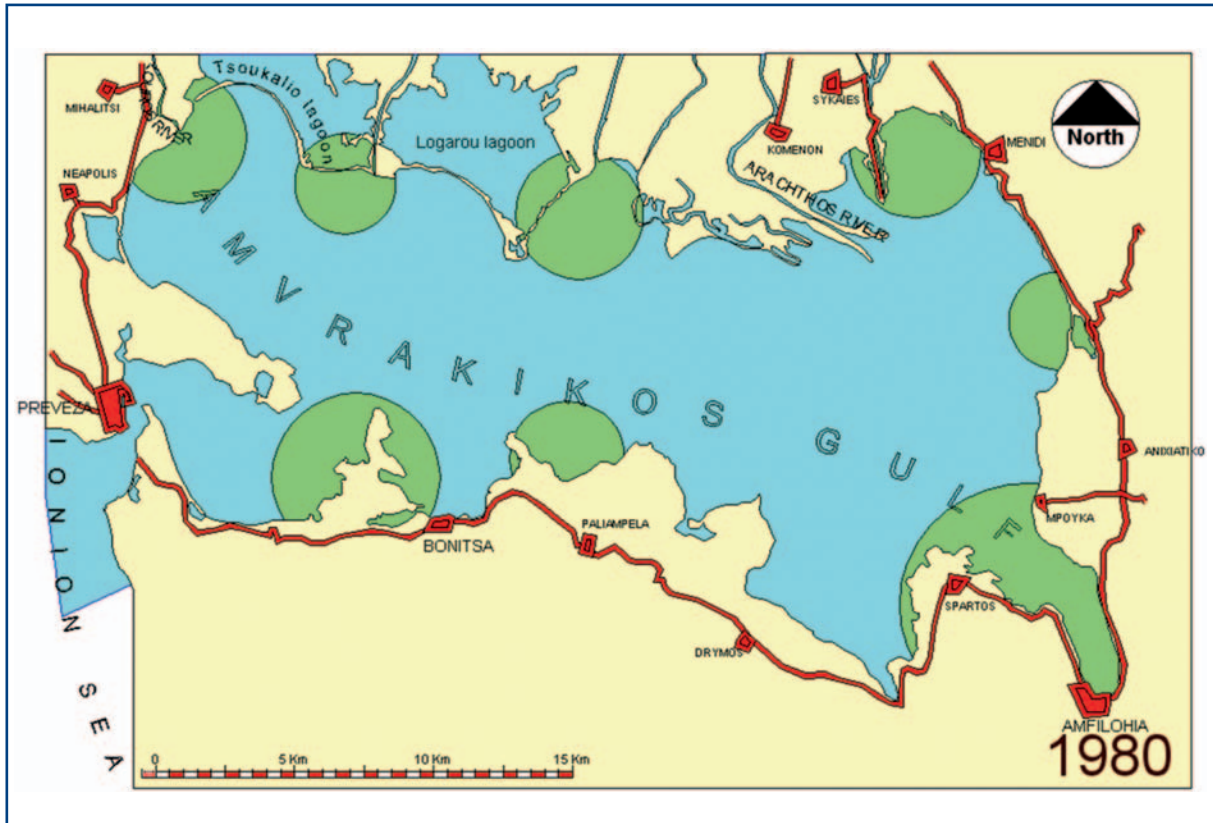
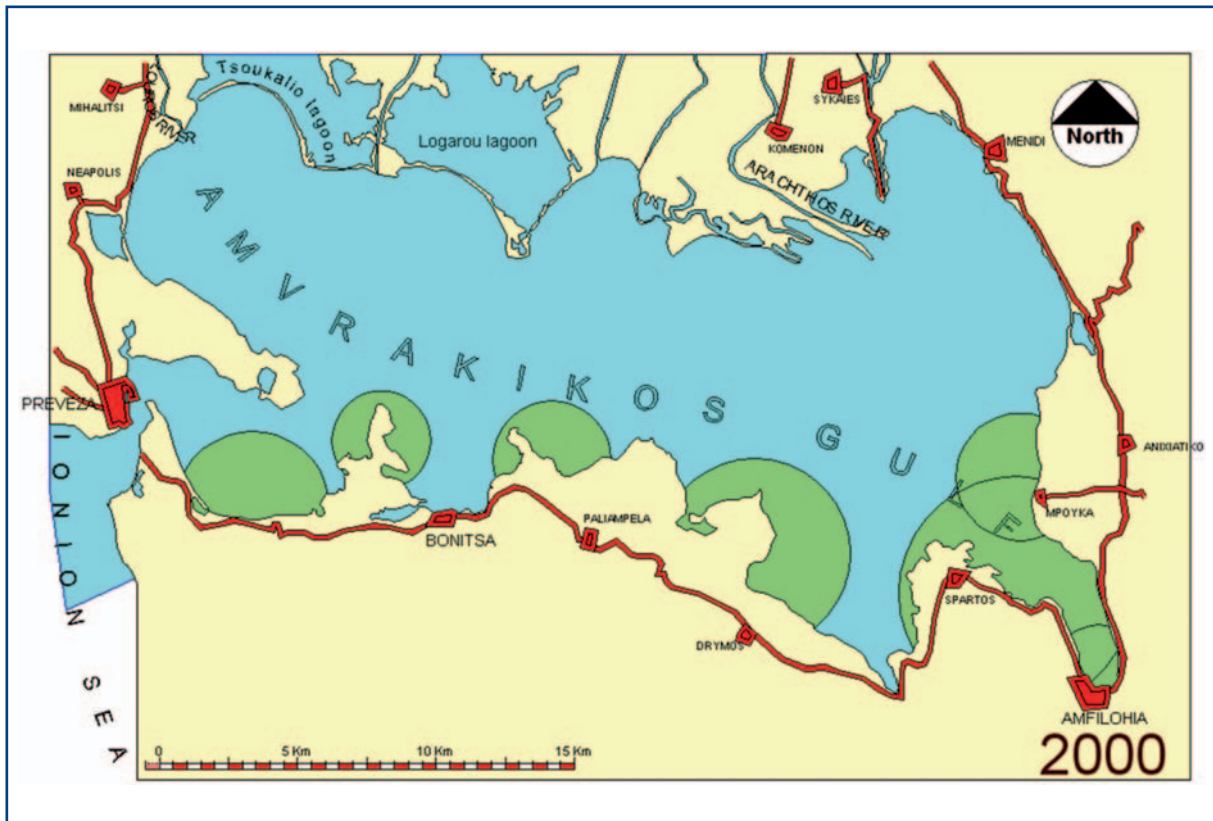
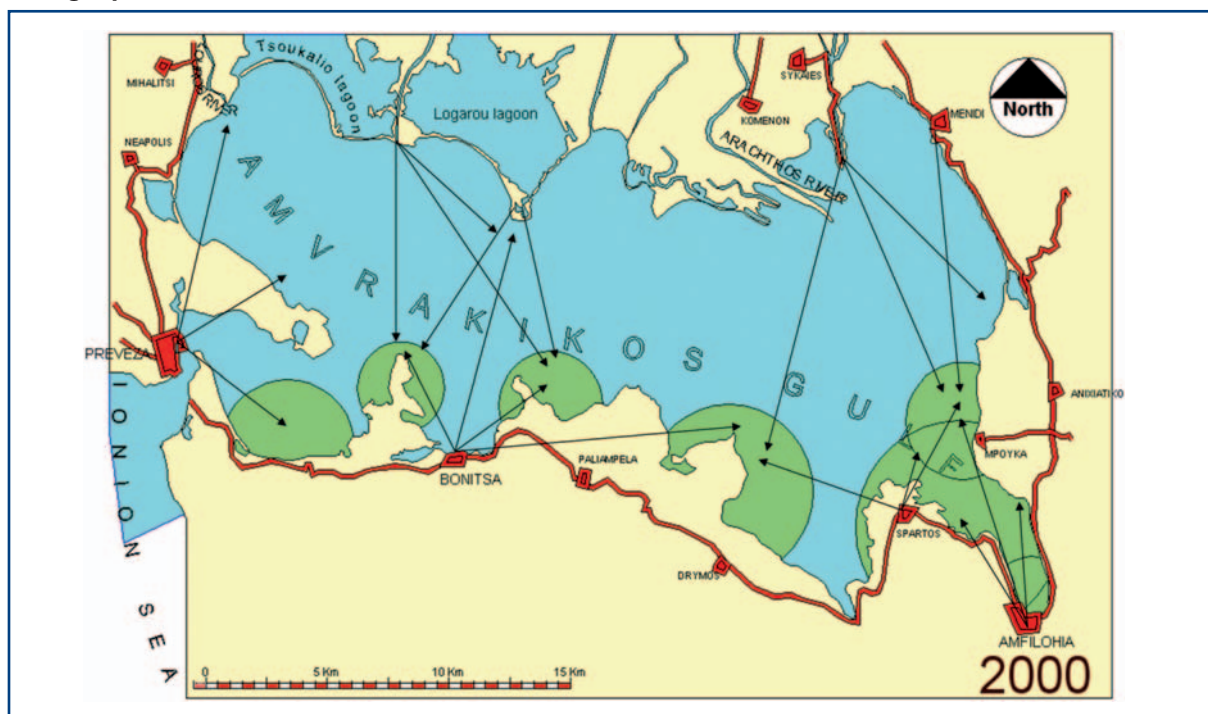


Figure 6. Distribution of the main shrimp fishing grounds in Amvrakikos Gulf (2000).



**Figure 7. Relationship between fishing grounds and fishing harbours/refuges in Amvrakikos Gulf (arrows: daily fishing trips).**



## 5. Trends in reproduction

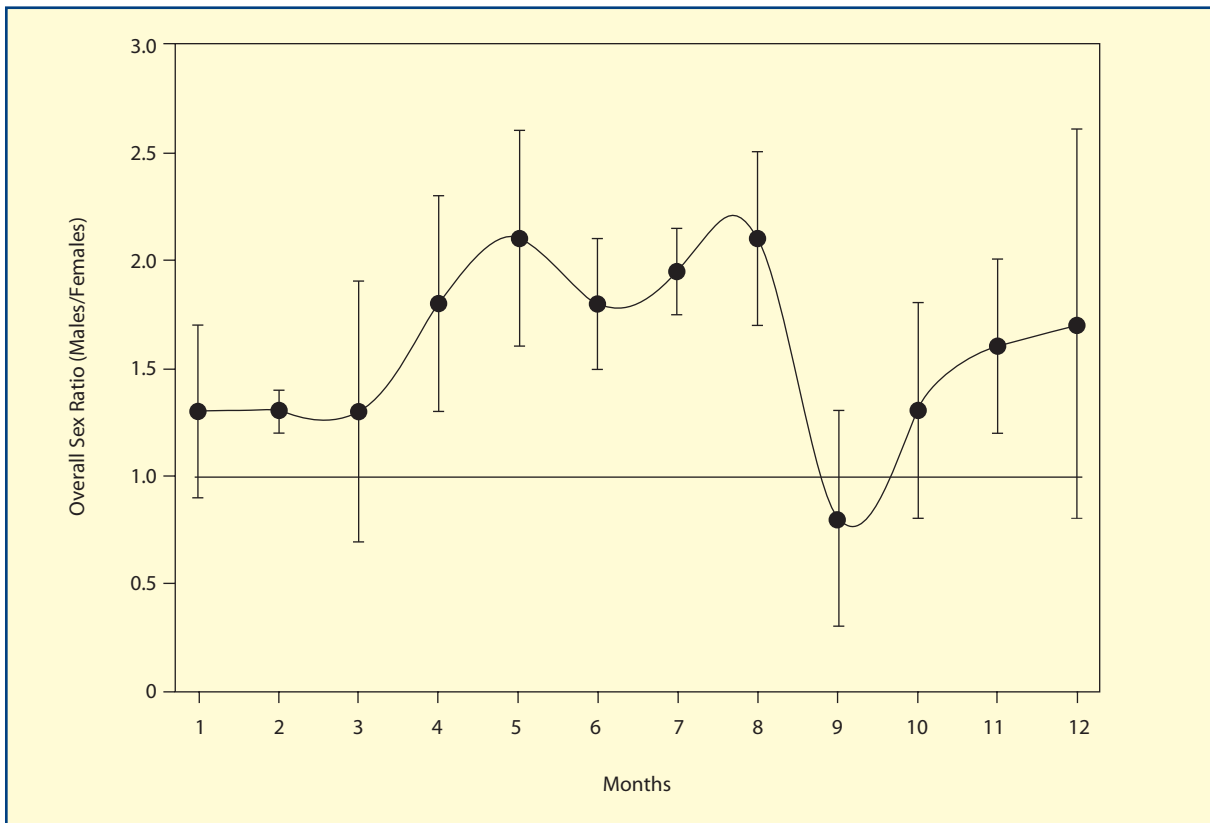
The onset of gonad maturation and the stimulus for the reproduction maturation is the rapid increase of the temperature during March and half April, by 7.7 °C in average. It has been implied that this increase of temperature by 7.7 °C in a period of 35-40 days during spring is not possible, since the amounts of energy required are tremendous considering the fact that the temperature of the water was very low (around 10-12 °C) for a long time before (since November; Koutsikopoulos, personal communication). However, this seems to be a common situation in the coastal waters. Klaoudatos (1984) reports for the period of 1974-1980 in Amvrakikos Gulf, that there exists a rapid increase of temperature by 4-6 °C (depending the area of the gulf). N.C.M.R. (1989) reported a similar increase by 4-5 °C in the same period and finally, ETANAM (1999) reported a similar increase by 5-6 °C in surface waters and 4-6 °C increase of temperature close to the sea bottom in the gulf. The thermal stimulus has been recognised as the main stimulus (together with photoperiod) for the initiation of reproduction (maturation of gonads and migration to the reproduction grounds for copulation) and it is intensively used in intensive aquaculture practices (Lumare, 1979; Klaoudatos, 1984; Laubier-Bonichon and Laubier, 1976; Beard et al., 1977; Laubier-Bonichon, 1978; Shigueno, 1975; Lumare, 1976; San Feliu et al., 1976).

An important finding of the GSI analyses in the present study is that as the GSI increases, the range of values and deviation increases significantly. The average values and ranges of GSI are 0.77% (0.23-2.94) for stage I, 2.1% (0.72-5.96) for stage II, 3.95% (1.07-6.08) for stage III, 9.62% (4.20-21.98) for stage IV and 2.51% (0.61-4.92) for stage V females. Earlier studies (Klaoudatos, 1984) showed that the respective values of GSI per stage are 2%, 2-7%, 7-12%, 12% and 3% respectively. The difference between these 2 reports maybe owed to the fact that the GSI values reported by Klaoudatos (1984) originate from cultured shrimps and not from the wild stock directly and there has been reported great difference in the GSI values between reared and captured *Melicertus kerathurus* shrimps (Medina et al., 1996). Moreover, the reported ranges are different. In the 2000-2001 study, the maximum GSI (peak of reproduction) was evident during May and reached 6.9%, which is very low in comparison with other authors. There is evidence from this study that the reproductive performance of the shrimps has been lowered significantly (less females than before) and the reproduction peak has shifted by one month (from June to May). Klaoudatos (1984) working in Amvrakikos Gulf found that the GSI reaches a maximum of 11.73% during June. Medina et al., (1996) reported that GSI in July reached 11.3% in *Melicertus kerathurus* in the Gulf of Cádiz (Spain). Earlier, Rodríguez (1985) found for the same region and species, maximum values of 10.52%.

## 6. Trends in sex ratios

The sex ratios obtained in this study can be considered as skewed. In most cases, the sex ratios (expressed as males/females in numbers) are rarely close or equal to the – generally considered as normal – 1:1 ratio. In most cases, the males are far more than females and in some case they are 2 or 3 times higher in numbers than females. Total monthly sex ratio (all population pooled) is illustrated in Fig. 8.

**Figure 8. Overall monthly sex ratios of *Melicertus kerathurus* population in Amvrakikos Gulf (Vertical limits; standard deviation).**



This result leads to the following 2 conclusions:

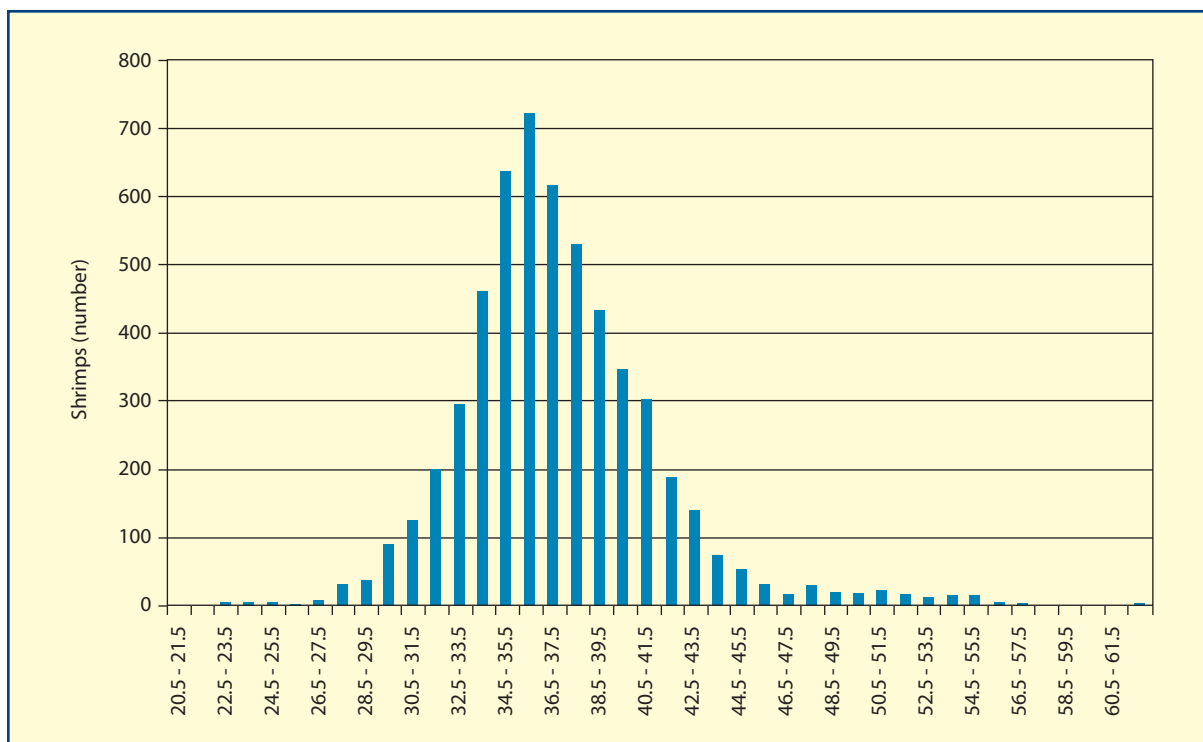
- The males show different distribution and migration pattern from females, in other words, males and females do not appear in the same area in the same time and,
- The female part of the population has been affected by fishing more than the males since females are always larger than males.

Earlier studies (Klaoudatos, 1984) have shown that overall sex ratio is close to 1 (51.53% males/48.47% females).

## 7. Length-frequency distributions

The size distribution of the shrimp *Melicertus kerathurus* in Amvrakikos Gulf reflects clearly the effects of low environmental quality and over-fishing/illegal fishing. The population length-frequency diagram (all samples pooled) shows only one (1) mode indicating that, regardless any problems in shrimp ageing methodologies, the population is composed of 1-year-old individuals by 98% and a few older individuals by 2%. The size distribution ranged from 20 mm to 62 mm (CL), which equals to a Total Length range between 89 mm and 250 mm (TL; Fig. 9).



**Fig 9. Total carapace length frequency distribution of the shrimps *Melicertus kerathurus* in Amvrakikos Gulf (2000-2004).**

An older study on aquaculture (fishing of live shrimps for lab experiments) of the species in the area (Klaoudatos, 1984) showed that the size distribution of the shrimps was greater and covered all 3 years of longevity of the species in Amvrakikos Gulf. Using the same traditional nets operated also today (shrimp trammel net, 22 mm internal net mesh and 110 mm outer nets), the size distribution ranged between 110 and 230 mm with one, two or three (depending on the month) separate and almost equal modes. In addition, the males and females always showed a slight difference between the modes of similar age class by approximately 10 mm (the females were larger than the males of similar age). This gives a clear indication that the effects of human activities on the population have shrunken the population over the last 15-20 years. This further indicates that reproductive performance has decreased since the age classes which can give a good output in terms of both number of eggs and quality (>2 years of age) are now absent from the population, while all the population disappears during one year and the stock of the next year is produced by the reproduction during the previous year. This also indicates that the population is extremely sensitive since even a natural problem caused during the reproduction period, may result to the elimination of the population in the Gulf.

## 8. Trends in morphometry

Earlier studies in the area of Amvrakikos Gulf (Klaoudatos, 1984) produced the following TL-W, CL-W and TL-CL relationships (overall, males and females). In the case that an overall relationship is not provided by the authors, the un-weighted geometric mean relationship was estimated<sup>1</sup>:

$$\text{♀: } \log W = -2.301 + 3.180 \log TL$$

$$\text{♂: } \log W = -1.537 + 2.503 \log TL$$

$$\text{Overall: } \log W = -3.824 + 2.421 \log TL$$

$$\text{♀: } \log W = -0.567 + 2.683 \log CL$$

$$\text{♂: } \log W = -0.123 + 2.042 \log CL$$

$$\text{Overall: } \log W = -0.345 + 2.363 \log CL$$

<sup>1</sup> Weights in g; lengths in cm.

The equations obtained in 2000 for *Melicertus kerathurus* in Amvrakikos Gulf, are:

$$\begin{aligned} \text{♀: } \log W &= -3.691 + 2.369 \log TL \\ \text{♂: } \log W &= -3.472 + 2.251 \log TL \\ \text{Overall: } \log W &= -1.767 + 2.037 \log TL \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{♀: } \log W &= -1.870 + 2.105 \log CL \\ \text{♂: } \log W &= -2.042 + 2.212 \log CL \\ \text{Overall: } \log W &= -3.824 + 2.421 \log CL \end{aligned}$$

It is clear from the above results, that there is a significant difference between the population of Amvrakikos Gulf today in comparison with the same population 20 years ago and other populations of the shrimp in the Mediterranean (Ishak et al., 1980; Rodrigues, 1987; Ben Mariem 1995). The power coefficient,  $b$ , of the overall TL-W relationship in almost all previous studies is between 2.7 and 3.1 which indicates mostly isometrical growth for the shrimps while the 2000 data show that it has been lowered to 2.04.

### 9. C.P.U.E. and spatial distribution of C.P.U.E.

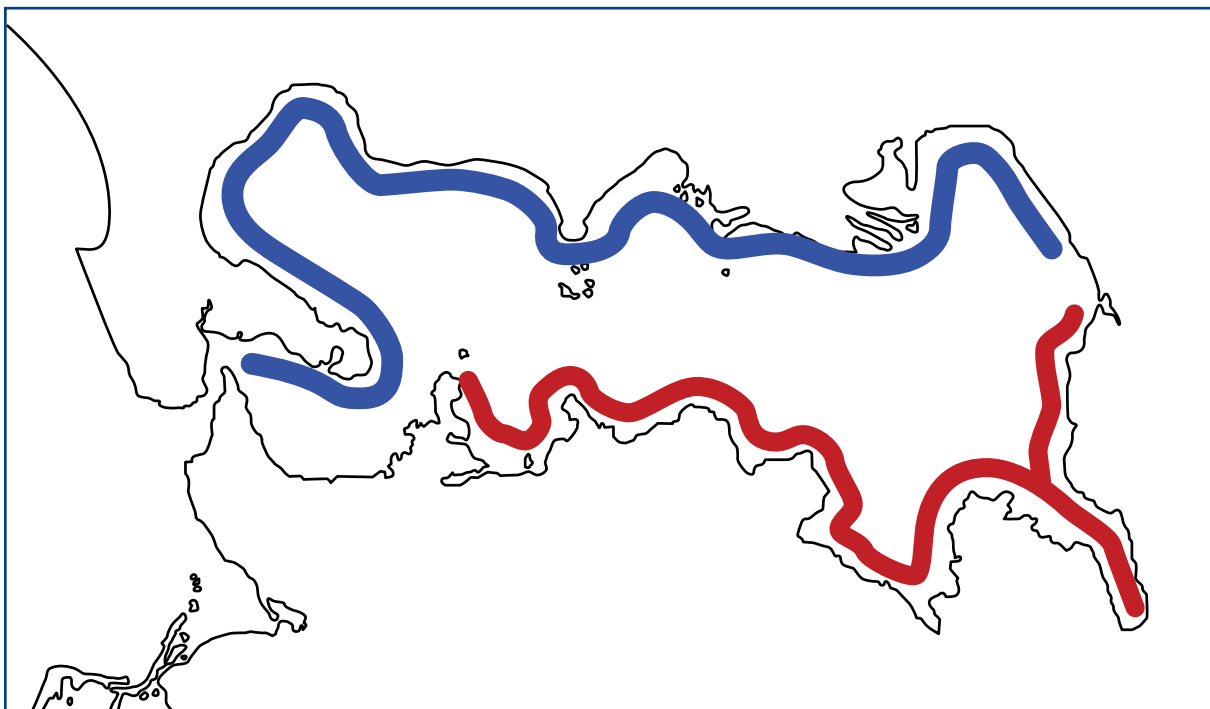
The results from the experimental fishery showed that high C.P.U.E. values can be obtained from the south fishing grounds, hence the fishermen preference for these areas and very low or 0 values, from the north grounds (Fig. 10). This result is explained by the distribution patterns of the shrimps: abundance is higher in the south ground and very low in the north grounds due to agriculture pollution.

The results were:

- Average fishing days per year = 225
- Average C.P.U.E. per day (g 1000 m of net<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>) = 3421 ± 354 g

C.P.U.E. values also fluctuate on a monthly basis significantly with higher values in winter and lower values in summer. At this point, however, the effects of sport fishing on the lowering of C.P.U.E. during summer cannot be assessed because sport fishing in Greece is completely uncontrolled by all authorities and the fact that this fishery is "open access" without any limitation at all limits the capacity and the benefits from the further analysis of C.P.U.E.

**Figure 10. Spatial distribution of C.P.U.E. values (red: high values; blue: low values).**



## 10. Trends in habitats

In terms of numbers, the areas VII and I are the most abundant for shrimps. The smaller individuals appear in zones I, V and VII, indicating that these may be the main recruitment areas (Fig. 11). However, these zones do not exhibit exactly similar geomorphology. Zone V is near the Louros river delta and the physical conditions gradients are evident (freshwater flow). In zone VII, there are some underwater springs as well as small lagoons that create similar gradients. Zone I exhibits only some underwater springs and it is highly eutrophic. The above observations indicate a pattern of recruitment, which is governed mainly by the search for food and for favourable physical conditions (mainly salinity gradients; Dall et al., 1990; Klaoudatos, 1984). Salinity and temperature are two of the most important abiotic factors affecting the growth and survival of aquatic organisms.

**Figure 11. Map of small individuals appearance patterns. (with “?” the areas of older appearance reports are shown).**



Certain habitats are difficult to recognize in Amvrakikos Gulf. The pollution from land activities and the freshwater flow regulation is such that most of the traditional habitats identified in earlier studies (Klaoudatos, 1984; N.C.M.R., 1989) have been eliminated and the shrimps cannot utilize them today. Therefore, size/age specific habitat preferences were not recognized in 2000 except for the seasonal preference of the young shrimps, before recruitment, to enter the eutrophic seawater gradients of the north Amvrakikos lagoons. In addition, small lagoons at the east coast of Amvrakikos Gulf have been destroyed by human landscape alterations and reproduction grounds disappeared (Katafourko lagoon, Agrilos lagoon, Arachthos river delta).

## 11. Management options

From the results of the research study on the fishery of *Melicertus kerathurus* in Amvrakikos Gulf and the difficulties encountered during the study, the following information are fundamental for shrimp fishery management in the area and which do not exist today:

- **Detailed study of the environment** – the state of pollution, existence of endangered species, monitoring and detailed databases
- **Fisheries assessment studies** – to assess the status of the resources
- **Detailed study of the economic sector** (all economic activities) to reveal the importance of the various sectors (including fisheries) for the local economy – description of market, prices and elasticities of prices, demand and supply of products, fishing cost. Also include Infrastructure – fleet, distribution of fleet, age of fleet, processing sector, fishing routes and distances plus built new; Legislation and environmental protection schemes – the balance between the natural and human environments has to be maintained.

In order to support any shrimp fishing management plan, the following actions are required:

- **Establish a basic monitoring system** – Production time series, Fleet, Fishermen, Data Bases
- **Enforce a basic management framework** – size limitation, gear, licenses, TAC/QUOTA
- **Support fisheries by development of Infrastructure** – Processing and packaging, whole sale and retail markets
- **Funds for reimbursement of damages** – Special bank loan schemes
- **Legislation enforcement to prevent illegal fishing.**

## Reference

- Beard T.W., Wickins J.F. & Arnstein D.R., 1977. The breeding and growth of *Penaeus merguensis* De Man, in laboratory recirculation systems. *Aquaculture*, 10: 275-289.
- Ben Mariem, 1995. Caractères biométriques de *Penaeus kerathurus* (Forskål, 1775) du Golfe de Gabés, Tunisia (Decapoda, Penaeidae). *Crustaceana*, 68(5): 583-596.
- Dall W., Hill B.J., Rothlisberg P.C., & Staples D.J., 1990. *The biology of the Penaeidae*, Advances in Marine Biology, Academic Press. London, volume 27, 487 pp.
- ETANAM, 1999. *Monitoring of surface waters of Amvrakikos Gulf, 1997-1999*. Technical Report, ETANAM SA, Preveza city, June 1999.
- H.C.M.R., 1989. *Oceanographic study of Amvrakikos Gulf*. Ministry of Environment.
- H.C.M.R., 2001. *Comparative studies on the current state of fishery of the native prawn Penaeus kerathurus population of North Mediterranean*. Final Report, Revision 2, EUROPEAN COMMISSION, DG-XIV FISHERIES, Biological studies for the Support of Common Fishery Policy, Project 037/98 with annexes.
- Ishak M.M., Alsayes A.A., & Abdel Razer F.A., 1980. Bionomics of *Penaeus kerathurus* transplanted in to lake Quarum (Egypt). *Aquaculture*, 21: 365-374.
- Klaoudatos S.D., 1984. *Contribution in the biology of the shrimp Penaeus kerathurus reared under controlled conditions*. PhD Thesis, University of Patras, Greece, 135 pp.
- Laubier-Bonichon A. & Laubier L., 1976. *Reproduction contrôlée chez la crevette Penaeus japonicus*. FAO Technical Conference on Aquaculture, Kyoto, Japan 26 May- June 1976, FAO-FIR: AQ/Conf/76/E.38, pp. 1-6.
- Laubier-Bonichon A., 1978. Ecophysiologie de la reproduction chez la crevette *Penaeus japonicus*. Trois années d'expérience en milieu contrôle. *Oceanological Acta*, 1 (2), 135-150.
- Lumare F., 1976. Research on the reproduction and culture of the shrimp *Penaeus kerathurus* in Italy. *Stud. Rev. Gen. Fish. Counc. Mediterr.*, 65:35-48.
- Lumare F., 1979. Reproduction of *Penaeus kerathurus* using eyestalk ablation. *Aquaculture*, 18: 203-214.
- Medina A., Vila Y., Mourente G., & Rodriguez A., 1996. A comparative study of the ovarian development in wild and pond reared shrimp, *Penaeus kerathurus* (Forskål, 1775). *Aquaculture*, 148(1):63-75.
- Rodriguez A., 1985. Biología del langostino *Penaeus kerathurus* (Forskål, 1775) del golfo de Cadiz. I. Reproducción. *Investigacion Pesquera*, 49 (4):581-595.
- Rodriguez A., 1987. Biología del langostino *Penaeus kerathurus* (Forskål, 1775) del golfo de Cádiz. III. Biometría edad y crecimiento. *Investigacion Pesquera*, 51(1), 23-37.
- San Feliu J.-M., Munoz E., Amat E., Ramos J., Peffa J. & Sanz A., 1976. Techniques Stimulation de la ponte et d'élevage de larves de crustacés et de poissons. *Stud. Rev. Gen. Fish. Counc. Mediterr.*, 55:1-34.
- Shigueno K., 1976. *Shrimpculture in Japan*. Assoc. Int. Tech. Prom., Tokyo, Japan, 63 pp.

# EGYPTIAN MARINE SHRIMP FARMING: PROBLEMS, CHALLENGES AND PROSPECTS FOR FUTURE DEVELOPMENT

**Sherif Sadek**

Aquaculture Consultant Office, 9 road 256, 11435 Maadi, Hellwan, Egypt

E-mail: aco\_egypt@yahoo.com

This paper reviews the shrimp aquaculture development and describes the lessons learned to date in Egypt, as well as the problems and prospects for future development. During the last three decades, there has been increasing investment in shrimp farming in Egypt and there are clear indications for further investments, but still the production results are not commercially positive. Egypt is just beginning to develop its potential, and the government is encouraging shrimp farming. Three crustacean species are in the production *Penaeus semi-sulcatus*, *P. japonicus* and *P. indicus*. Today Egypt has two marine commercial private hatcheries operate with a yearly production capacity of 400 million PL/year, and several farms in production with a total surface of around 1000 ha. In addition two university research bodies operate marine finfish and shrimp hatcheries for research and training purposes at Alexandria and El-Arish. By the end of year 2009, the estimated annual head-on production would have achieved 500 metric tons, which will represent only less than 2% of the Egyptian shrimp fisheries.

Shrimp farming in Egypt is characterized by extensive culture in Qarun inland lake and semi-intensive production systems using fertilizer and commercial feed. Most shrimp aquaculture is undertaken northeast and northwest of Nile delta near the Mediterranean Sea as well as along the Red Sea coast. Records of the production characteristics data for 24 artesian and commercial *P. semisulcatus* farms on different water salinity and soil types revealed difference in growth, survival and yields during the period 1993-2010. The management and production of these shrimp farms during 90-150 days of grow-out are ranging for stocking densities (5 to 20 post larvae (PL)/m<sup>2</sup>), survival rates (< 5 to 82%); average animal weight at final harvest (<10 to 32 gm) and shrimp yields average 26 to 864 kg/ha per year.

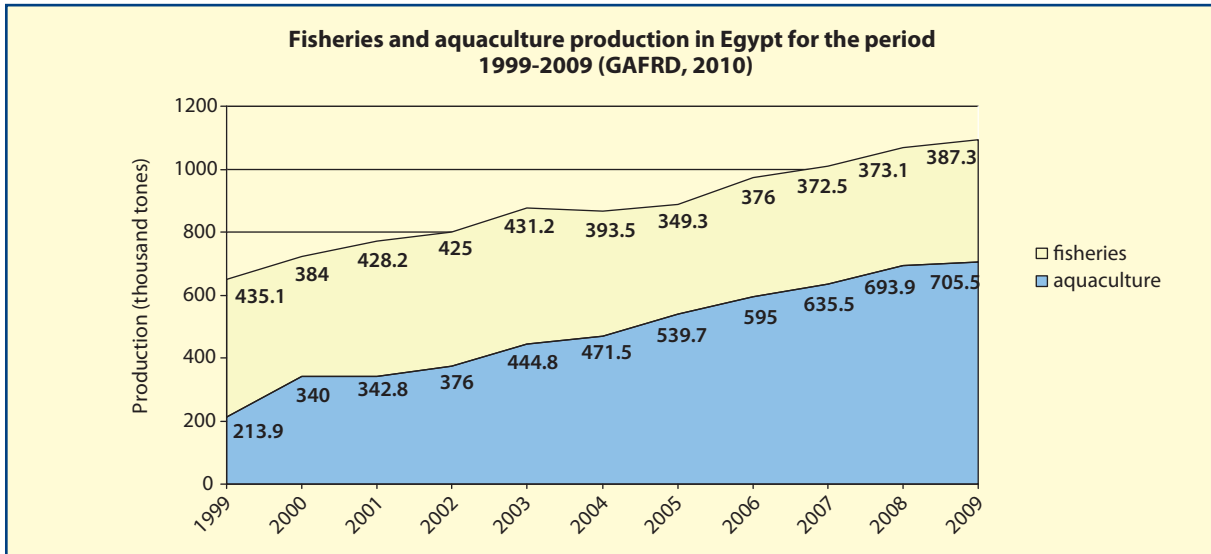
Shrimp culture can develop rapidly in the coming decade if the government and NGO bodies could mitigate the technical and institutional constrains mainly (quality of seed production and their limited seasonality from April to August; competition and restrictions on coastal land; availability of specialized feeds; shortage of technical manpower; lack of information on the environmental impact and impact of disease stress). Overall shrimp sustainable development production efficiency will be facilitated by evaluating the production parameters of the different shrimp species in the two different ecosystems in the Red Sea and the Mediterranean Sea coasts; decreasing the cost of PL and juvenile around the year; enhancing the availability of skilled capacity staff; achieving in applied scientific research; enhancing high quality formulated feed and understanding of shrimp pathogens and microbial ecology, by the use of environmentally friendly aquatic drugs).

## 1. Status and trends of the Egyptian aquaculture

Egypt is located in the North-Eastern and South-Western corners of Africa and Asia respectively. The Nile Delta is the only delta in Egypt with a 230 km long, 360 km wide and triangular in shape. The Nile Valley and the Delta occupy about 33,000 km<sup>2</sup>, which account for less than 4 percent of the total area. Egypt is covered almost entirely by desert, 99% of Egypt's population living in just 5% of its land area, mainly concentrated along the Nile valley and the river's northern delta, which splinters out into the Mediterranean.

According to the General Authority for Fish Resources Development (GAFRD) statistics (GAFRD, 2010) and the Central Agency for Public Mobilization and Statistics (Capmas, 2010a and b), the aquaculture activity has been tremendously increased during the last 10 years 3.3 times, where in 1999 aquaculture production was 214 thousand tons and becomes around 706 thousand tons in 2009 (Figure 1).

**Figure 1. Fisheries and aquaculture production in Egypt for the period 1999-2009 (GAFRD, 2010).**

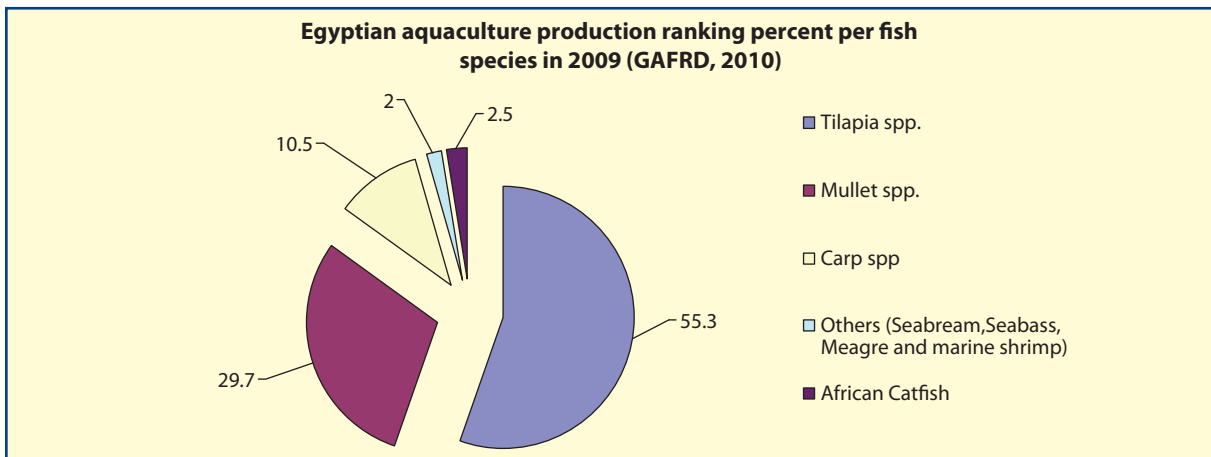


In 2009 the total fish production in Egypt was 1,092,888 tons where 705,490 tons were produced through aquaculture or about 65 percent of the country's total freshwater and marine fish production, providing a cheap source of protein for the country's 75.2 million people in 2008. Egypt has built the largest aquaculture industry in Africa, accounting for four out of every five fish farmed on the continent.

GAFRD plans to develop the country's aquaculture industry further, and has set a goal of 1.2 million tons of farmed fish, or about 75 percent of total fish production, by 2017. Its two-pronged strategy aims to increase the productivity of aquaculture operations using underground water, while encouraging investment in mariculture (Prof. Dr. Mohamed Fathy Osman, GAFRD's chairman - personal communication).

Three decades ago tilapia and mullet were the main species reared in extensive earthen ponds. Today ten finfish (Tilapia, Mullet *spp.*; Grass Carp, Silver Carp; African Catfish; Bayad; Gilthead seabream; European sea bass; Meagre and Solia besides four crustacean species; *Macrobrachium rosenbergii*, *Penaeus semisulcatus*; *P. japonicus* and *P. indicus*), are playing an important role in the aquaculture production. During 2009 tilapia has chaired 55.3% of the total aquaculture production, followed by Mullet *spp.*, Carp *spp.*, African catfish and other species (Gildhead seabream, European seabass, etc.), 29.7%, 10.5%, 2.5% and 2% respectively (Figure 2). During the period from the period from 1999 to 2009 the tilapia total production in Egypt has increased 2.3 times, where in 1999 tilapia culture was 216.8 thousand tons and becomes around 495.3 thousand tons in 2009, due to a shift to intensive rearing methods and to faster growing species such as mono-sex tilapia (GAFRD, 2010).

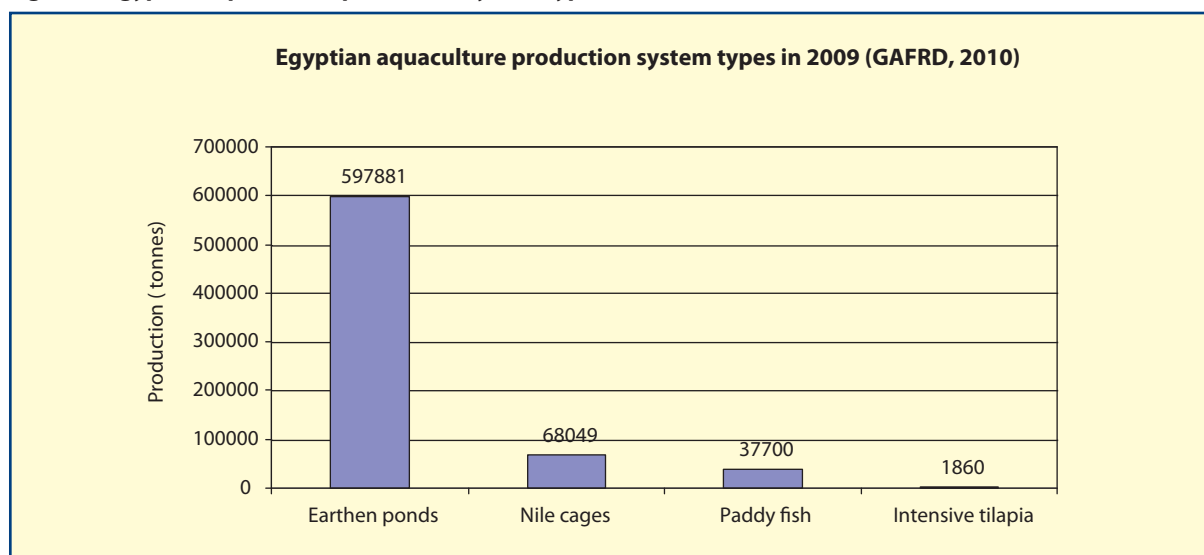
**Figure 2. Egyptian aquaculture production ranking percent per fish and shrimp species in 2009 (GAFRD, 2010).**





From the actual major culture system, earthen ponds production rank in the first with 84.8 % of the total Egyptian aquaculture production, while cage culture follow by 9.7 %, paddy field come next with 5.3 % of the total and at lastly 0.2 % for tilapia intensive culture production in cement tanks mostly in the desert and arid zones and integrated with agriculture activities (Figure 3).

**Figure 3. Egyptian aquaculture production system types in 2009 (GAFRD, 2010).**



Extensive and semi intensive earthen ponds for a total surface of around 151,818 hectares practiced in Egypt. The public sector is charring only for less than 5% of the total surface and > 95% for the private sectors. The private sector is producing > 99.0% of the total aquaculture production, and the public sector contributes only with < 1.0%. The public sector is contributing more with the fry and fingerlings, extension support, artificial feeds and research support. The number of finfish fry currently produced from 113 authorized hatcheries has increased several folds compared to a few years ago, to reach 305 million seeds in year 2009. GAFRD (2010) is reporting the tilapia fry production from authorized hatcheries for the period 1999-2009. In addition more than 500 Nile tilapia not authorized hatcheries are charring with fry production for an estimated production of more than one billion fry. The public sector is charring for 71% of the total seed production and 29 % for the private sectors. From the total fry produced 92% are fresh water species mainly Nile tilapia; common carp; grass carp and silver carp. The 8% remain are marine aquatic finfish and crustacean species mainly Gilthead seabream; European sea bass; Solia and Green tiger shrimp.

Wild finfish fry mainly mullet species are collected from the nature, during the last 10 years (2000-2009), the maximum yield has reached 137.0 million in 2002 and the minimum capture was 41.0 million in 2006. In year 2009 the wild mullet fry cached was estimated to 57.4 million.

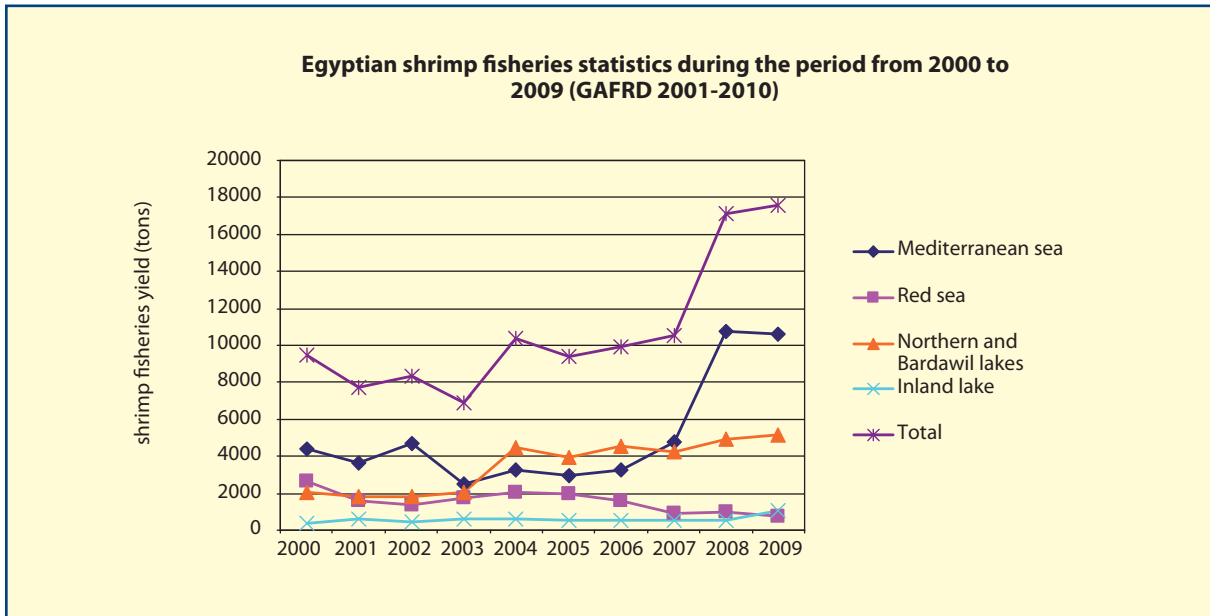
## 2. Shrimp farming potentiality in Egypt

### 2.1 Shrimp fisheries and aquaculture status

In the mid-1990s, when Egypt's catch of wild-caught shrimp began to decrease in size, the government began to encourage the private sector to develop shrimp farming. The goal was to create an industry capable of producing large commercially valuable shrimp.

From 2000-2009, the annual total shrimp fisheries production from Egypt's Mediterranean and Red Sea coasts—including the Suez Canal-Bitter Lakes, the coastal lagoons of Manzala, Burullus and Bardawil and inland lakes of Qarun averaged 8,401 MT (Figure 4) and represented less than 2% of the total fish and shellfish landings in Egypt. The majority of shrimp fisheries production consists of small species (*Metapenaeus stebbingi*, *Trachypenaeus curvirostris*, *Parapenaeus longirostris* and *Solenocera crassicornis*), while larger sized species (*P. japonicus*, *P. semisulcatus*, *P. kerathurus*, *P. latisulcatus* and *Metapenaeus monoceros*) are caught only in small quantities.



**Figure 4. Egyptian shrimp fisheries statistics during the period from 1998 to 2009 (GAFRD 1999-2010).**

In 1985 a shrimp farm near Alexandria was the first commercial shrimp hatchery and farm to be established in Egypt. The farm went bankrupt early in 1992 due to financial and managerial problems that arose from inadequate site assessments. One year later, a private firm began to develop a farm on the coast of the Red Sea (Sadek 89 a, b; Sadek 1993; Sadek 1997 and Sadek *et al.*, 2000). Today Egypt has two marine commercial private hatcheries operate with a yearly production capacity of 400 million PL/year, and several farms in production with a total surface of around 1,000 ha. In addition two university research bodies operate marine finfish and shrimp hatcheries for research and training purposes at Alexandria and El-Arish. By the end of year 2009, the estimated annual heads-on production would have achieved 500 metric tons, which will represent only less than 3% of the Egyptian shrimp fisheries.

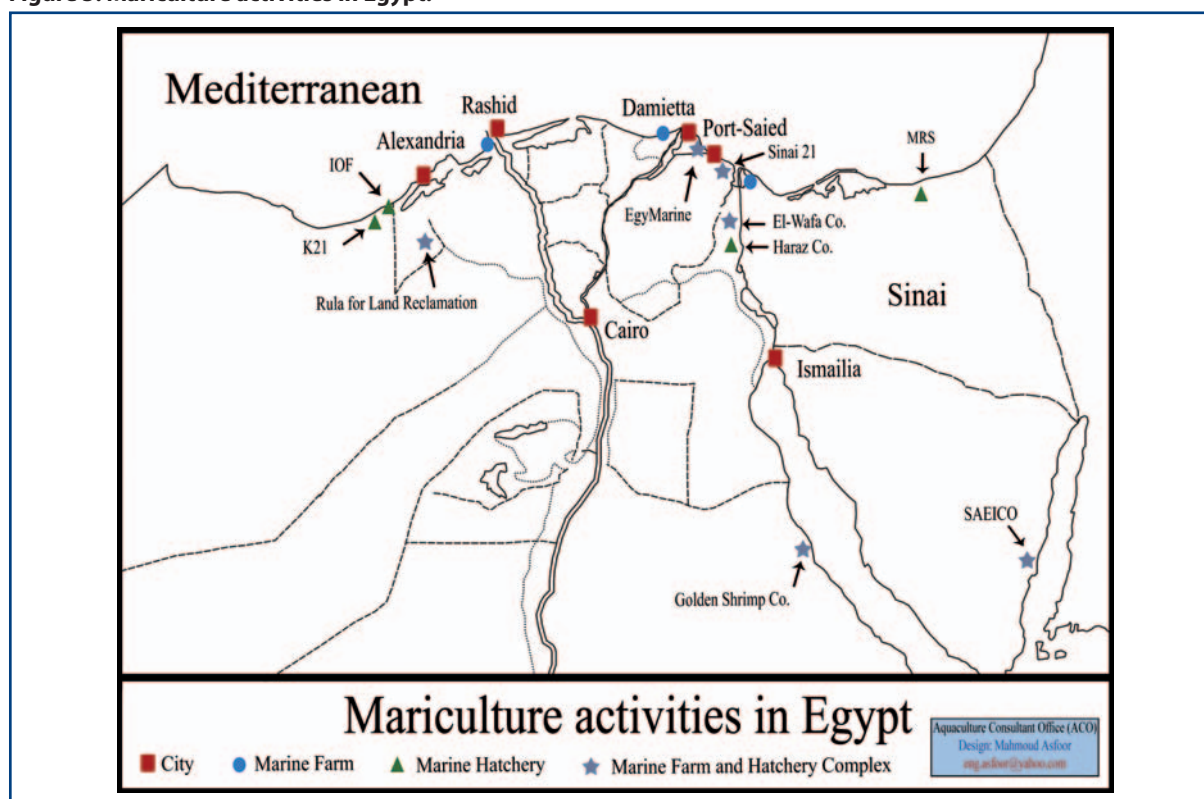
## 2.2 Land and water use for shrimp culture industrial development

The aquaculture map in Egypt is divided into four regions: (a) the Nile Valley and Delta (which are made up of four sub-regions—the Northern Littoral Region, the Delta, Middle Egypt and Upper Egypt); (b) the Eastern Nile Delta; (c) the Mediterranean Sea Coast; (d) the Red Sea Coasts (Balarin 1986).

Egypt has selected sites for mariculture projects (7 sites for extensive farming in coastal lagoons, 3 sites in artificial lakes, 32 sites for floating cages, 23 sites for semi-intensive culture in earthen ponds and 13 sites for enclosures). During a recent survey, about 68 sites covering an area of 83 thousand hectares (77% on the western Egyptian Red Sea coast and 23% on the eastern Egyptian Red Sea coast) were found to be suitable for mariculture (GAFRD 1996a and b).

Sadek (1997); Sadek and El-Gamal (1997) and Sadek and Osman (2006) studied the possibility of culturing marine finfish and shrimp in a new marine complex located in the northwestern area of the Sinai Peninsula. The Egyptian Company For Fisheries and Equipments (ECFE) identified 11,350 ha for mariculture, and the land has already been leased for mariculture projects. Thousands of hectares contain soil unsuitable for aquaculture due to its high porosity and poor compacting qualities. Seawater supplied from the Mediterranean Sea is used in these operations. Most shrimp aquaculture is undertaken northeast and northwest of Nile delta near the Mediterranean Sea as well as along the Red Sea coast. Marine shrimp farming areas are distributed in the following areas Alexandria, Damietta, Port Said, North Sinai, South Sinai and Red Sea (Figure 5).

Figure 5. Mariculture activities in Egypt.



Drawing by Eng. Mahmoud Asfor - Aquaculture Consultant Office (ACO).

### 2.3 Shrimp hatcheries

The National Institute of Oceanography and Fisheries (NIOF) at Qait-Bay near Alexandria city and the Suez Canal University (SCU) near El-Arish city are operated research marine hatcheries, in addition for training purposes. Two commercial shrimp faculties, Sinai 21 company and Haraz and partners company, grew out the PL in small ponds before stocking them in the grow-out ponds. Both companies prefer to grow out the PL from PL8 to PL20 before stocking.

Seed stock is not a problem in Egypt because it is easy to capture, mature and spawn *P. semisulcatus* and *P. japonicus*. Professional fishermen collect spawners from coastal waters. There are two pronounced spawning seasons for *P. japonicus* in the Mediterranean and Red Sea, December to March and June to September.

Rearing of *Penaeus semisulcatus* has been conducted by the NIOF and SCU's shrimp culture project since 1980. Hatchery production has improved rapidly since 2000 due to modifications in tank design, live food production, and feeding practices with local and imported live and non-live food. Baert and Goneim (1990) have reported the feasibility of producing Artemia due for the increasing demand and high cost of Artemia in Egypt, a commercial Artemia production venture was started in 1990 at the Nasr Salt Co. (NSC) in Port-Saied. Production of the brine shrimp Artemia is largely based on integration with existing salt pond systems. *Artemia franciscana* is introduced into the normally unstocked highly saline evaporation ponds. Artemia cysts and biomass are harvested. A production of 1 and 1.2 MT of cysts and 10-15 and 20 MT of biomass has been estimated to be produced for the years 1992 and 1993, respectively. Egypt has different saline depressions and lakes, which could be developed for the production of Artemia. No governmental or private projects actually were under commercial production, but NSC is planning to restart a commercial project near Alexandria.

### 2.4 Farming Systems

#### Extensive

Shrimp were first stocked in Qarun lagoon where salinity was 38 ppt, during the winter of 1977. The lake was stocked with 3 million shrimp collected from the Mediterranean coast near the Damietta branch of the Nile Delta. The study showed that *P. kerathurus*, *M. monoceros* and *M. stebbingi* were the most adapted species. *M.*

*stebbingi* can be increased through a continuous control of the fisheries, while the other species *P. kerathurus* and *M. monoceros* can be increased through a program of realizing a monthly growth-rate of 10.0 mm for females and 5.0 for males (condition factor 0.62 and 0.58, respectively). Growth rates and local conditions in Lake Qarun do not vary much from those observed in stocks in the Mediterranean Sea. In Lake Manzala, *M. monoceros* and *M. stebbingi* have the same growth rates as the species in Qarun, 5 and 3 mm/month respectively. The average annual production of Lake Qarun as an extensive culture system is 12 g/ha/yr of marine species (Bishara 1976; Isak *et al.* 1980; Abdel-Razek 1991).

Recently Lake Qarun has been restocked in 1999 with two million postlarvae of *P. semisulcatus*, which the Sinai 21 Company has devoted to the development of the lake fisheries. In fact no evaluation of this restocking has been done to define if a PL restocking program could be continued in the future (Sadek and Dahawi, 2002)

#### *Semi-intensive*

Sadek (1989a; 1989b; 1993) have recorded that the average weekly weight gain is 1.91g for ponds enriched with fertilizer and commercial feed, while 1.44 g for ponds enriched only with fertilizer. Annual yield varied from 360 to 864 kg/ha for *P. japonicus* using fertilizer and commercial feed. It takes approximately 4 months to produce 33 shrimp per kg and 7 months to produce 12 to 15 shrimp per kg. Pond stocking densities vary between 3 and 15 shrimp/m<sup>2</sup> and harvest size is between 20 and 41 g. Farmers average one crop per year, either in the Mediterranean or Red Sea Coasts, and production per hectare ranges from 600 to 2,250 kg of shrimp per year.

Sadek (2011) has reviewed the production characteristics data record for 24 artesian and commercial shrimp farms (*P. semisulcatus*) on different water salinity and soil types revealed difference in growth, survival and yields during the period 1993-2010. The document has summarized the following remarks:

- management and production of these shrimp farms during 90-150 days of grow-out;
- stocking densities (5 to 20 post larvae (PL)/m<sup>2</sup>);
- survival rates (< 5 to 82 %);
- average animal weight at final harvest (<10 to 32 gm) and
- shrimp yields average 26 to 864 kg/ha per year.

### 2.5 Shrimp Feed

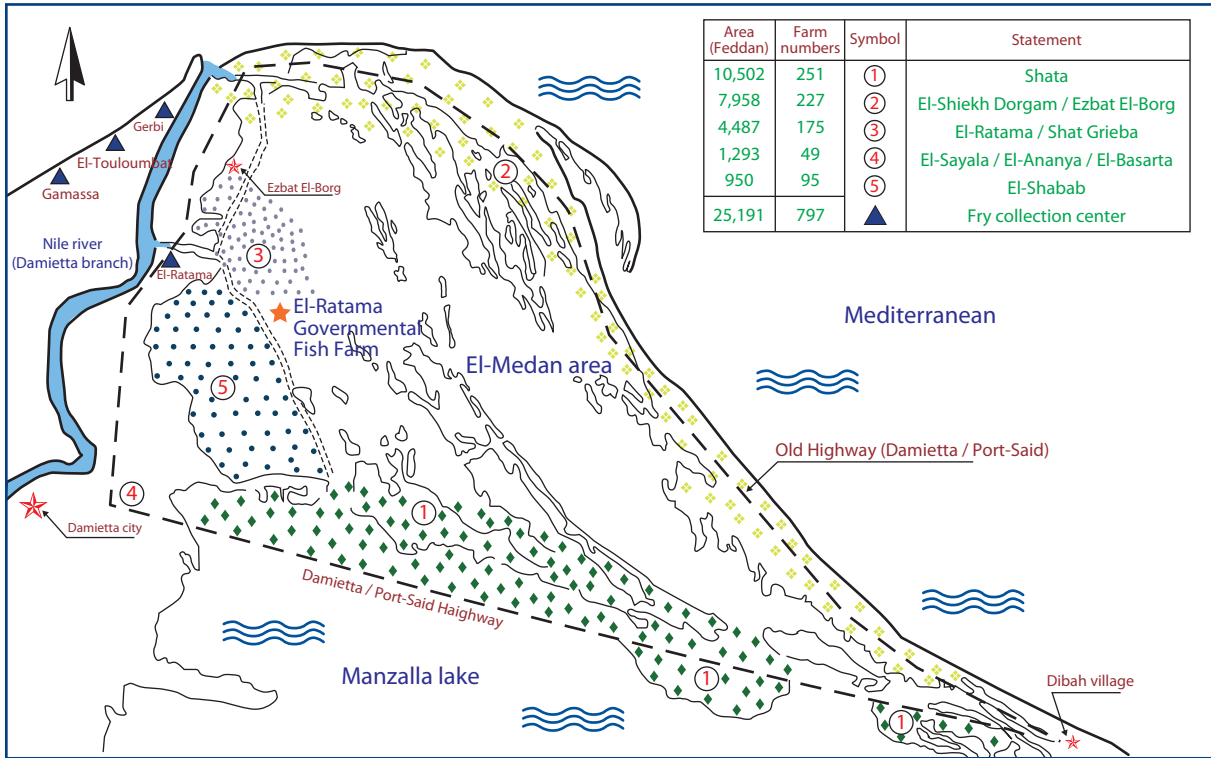
The production of marine fish and shrimp feed for commercial farming is being attempted domestically for the first time. Egypt has more than 20 facilities of aquatic feed (5 of them are extruder) capable to produce around 500 thousands tons/year. Zoocontrol company is the only one produced shrimp feed. Few of the shrimp private farms manufacture their own feed on the farm. The main composition of the shrimp feed is fish meal (either local or imported), local shrimp meal, concentrates, soya meal, corn meal, local fish and vegetable oil, and perimex (soya lecithin, cholesterol, vitamin, mineral and binder). The percentage of crude protein can fluctuate from 38-45% for *P. semisulcatus* and from 42-50% for *P. japonicus* based on the age of the animal.

### 3. Actual and future projection of the Egyptian shrimp farming sites:

The Egyptian aquaculture map showed that shrimp farming activities are more concentrated in sub-regions of the Nile delta, where the water resources are available and non-agricultural lands. Other very few projects are located in Upper Egypt region, the Mediterranean Sea coast and the Red Sea coasts.

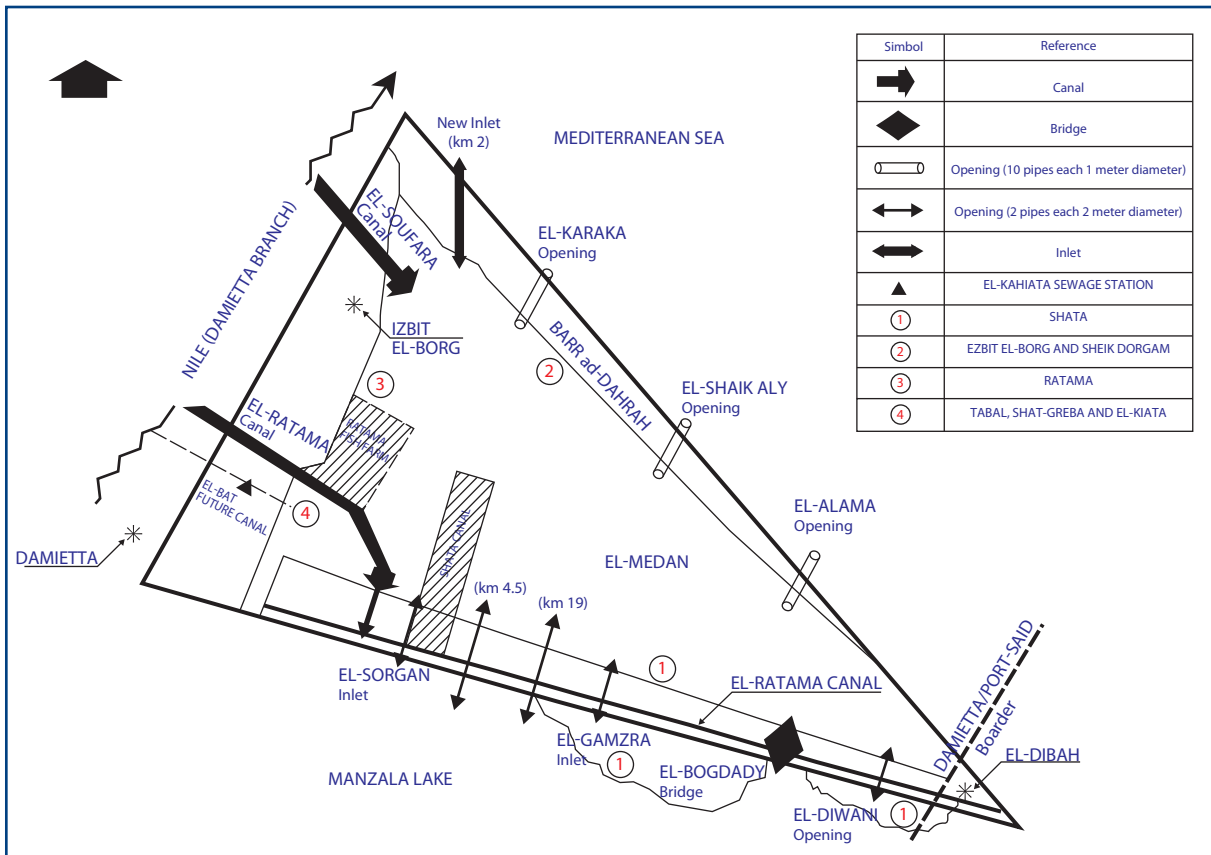
Sadek (2010) has clarified the importance of Diba Triangle Zone – DTZ (Figure 6) in Damietta and Port-Said Governorates. DTZ is part of a wider ecosystem that include all the Manzalah lake and boarder the whole Nile delta. The water area including a long sand beach with exchanges with the Mediterranean Sea, Manzala lake and freshwater from the Nile (Damietta branch), with many fish and shrimp ponds (Figure 7). It has already been an important aquaculture production fish area (especially Sea bream; Sea bass; Mullet and Meagre) and in addition marine shrimps (*Penaeus semisulcatus*). The total surface of the DTZ is around 23,110 hectares, from which 46% for aquaculture and 54% for open fisheries. The TDA's water body complex has increased from 161 km<sup>2</sup> in 1987 to 168 km<sup>2</sup> in 2000, due the increase of mariculture farms. Ended this industry has increased an unstable environment for the area.

Figure 6. Distribution of aquaculture in Dibah Triangle Zone. Damietta – Port-Said, Egypt.



Drawing by Eng. Mahmoud Asfour - Aquaculture Consultant Office (ACO).

Figure 7. Distribution of different water resources in Dibah Triangle Zone - Damietta – Port-Said, Egypt.



Drawing by Eng. Mahmoud Asfour - Aquaculture Consultant Office (ACO).

## 4. Technical and Institutional Constraints

### **Seed**

Attempts are being made to secure the availability of PL through domestic hatcheries. At this time, however, there is no gap between demand and supply of PLs from hatcheries in Egypt. Producers are trying to obtain wild caught PL beside the supply from marine hatcheries. Production in hatcheries is seasonal (from April to August) so prices also fluctuate according to the demand of shrimp farms along the Mediterranean coast where temperature decline in winter and rearing stops in December at the latest. Current prices for *P. semisulcatus* or *P. japonicus* are US\$ 13 for one thousand PL10 and US\$ 17 for one thousand PL25. Prices often decline by as much as 20–25 % in July and August when hatcheries are in full production compared with April to June when they have a high demand for starting the shrimp growing season. The future development of shrimp culture in Egypt depends on developing a better hatchery system that can produce PL earlier in the year as well as reducing the overall cost PL.

### **Competition and Restrictions on Coastal Land**

The jurisdiction of the land along the Egyptian coasts is increasingly divided among the Ministries of Tourism, Urbanism, Petroleum and Defense. The Tourism Development Authority (TDA) has seized Sea Coasts for tourism projects and is planning to seize other land for future projects. However, such lands are still important candidates for petroleum production, industry and urbanism as well as for conservation of protected areas. The Egyptian Environmental Affairs Agency (EEAA) has proclaimed seven areas for protection in the Mediterranean and Red Sea (Zaranik lagoon and El-Amid in the Mediterranean Sea; Ras Mohamed, Nabq, Ras Abu Galum, Tiran Iland and Safanir Island in the Gulf of Aqaba; Abrak, El Daib and Gabal Elba in the Red Sea; Lake Quarun in Fayum). The EEAA has protected 24 islands in the Red Sea.

### **Availability of Specialized Feeds**

The existing feed manufacturing infrastructure has the overall capacity to support the growing aquaculture industry to a certain extent. However, marine shrimp culture normally requires high quality feed, which in turn requires some ingredients that are lacking in the local market especially high quality fishmeal. It is difficult to obtain supplies of good quality raw material in local markets, especially attractants, binders and cholesterol. It is also clear that all the available feed manufacturing plants in Egypt are not adapted to produce shrimp feed. Specialized larval feed such as enriched live food and microencapsulated larval feeds may also be required. However an economic analysis is required in order to assess the feasibility of mariculture projects using such expensive feeds.

Sadek (2010) has reported the changes in the prices of main raw materials used in fish feed industry during the period 1992-2009. During the same period, the price of tilapia feed (25% protein) has increased from \$US 165/ ton in 1995 to \$US 217/ ton and in 2009 (\$US550/ ton in 2009). The development of the shrimp farming will need more to import shrimp feed ingredients, but this will demand increase the supply of foreign currency for a such need.

### **Manpower and Research**

Shortage of technical manpower exists in the shrimp aquaculture industry. This includes in shrimp breeding, culture, disease detection and treatment, processing, marketing, extension, socio-economics, environment, water quality and soil profiles. All the shrimp projects were managed through Egyptian aquaculture specialized. Only Sinai 21 company has designed and constructed the project with the help of Ecuadorian expertise. In general aquaculture research priorities are mostly academic.

### **Environmental Assessment**

There is a lack of information regarding the impact of nutrients and sediment from pond discharge on the local environment. The Egyptian Environmental Affairs Agency (EEAA), which is the sole environment protection authority, requires, as a precondition, an Environment Impact Assessment (EIA) for any aquaculture project. The EEAA required the Egyptian law "The Law and the Executive Statutes of the Law on Environment; No. 4 for year 1994" to be addressed in all EIA's (EEAA 1994). The law describes the different stages of data collection,



and outline, and the specific information required from companies in order to develop a full EIA of tourist and urban establishments:

- Executive summary
- Description of the proposed establishment
- Legislative and regulatory considerations
- Description of the Environment (Physical/chemical environment, Biological environment and Socio-cultural environment)
- Determination of the potential impacts of the proposed project
- Alternatives to the proposed project
- Development of a monitoring plan
- Public participation
- Environmental Assessment Report

For aquaculture projects, the law has defined a good set of baseline data that is required in the EIA from which it will be possible to compare the potential impacts over time. The aquaculture guidelines also require specific information with regard to the use and /or disposal of certain materials that might end up in either freshwater or marine environments.

## 5. Mitigation measures to reach a sustainable marine shrimp culture industry

During the last two decade farmed shrimp production activities developed quickly in Egypt. Both *P. semisulcatus* and *P. japonicus* are farmed. These species are indigenous and available in the Egyptian environment either from the Mediterranean or the Red Sea. There appear to be several possible reasons that these indigenous species have been cultivated to the exclusion of imported species—they perform well in the single crop/year production systems common in Egypt, they do best in low stocking density systems also common in Egypt, they are both acclimatized to high water salinity in the Red Sea, and both appear to perform well with low quality shrimp feed.

It is not clear which of the two species, in the two locations, actually perform better. Monitoring performance over time should make the answer clearer. It is quite likely that one of the species will outperform the other, but that is not yet clear. Even if one of the species performs better in one of the sites, which does not mean that cultivation of the other would not also be profitable. At any rate, to date there have not been disease problems in either of the grow out areas with either of the species.

It is recommended that Egyptian aquaculture could benefit from experiments conducted in other countries. However, it is essential that these “lessons” be adapted to physical, technical and social conditions in Egypt before being adopted and put into practice. Also Egypt must learn from its own mistakes. The failures and problems that have appeared in different Egyptian companies should also help to shape future activities.

## 6. Conclusion & Recommendation

Several constraints to the shrimp culture could be avoided by the following:

- Decrease the cost of seed by decreasing the operating costs and increasing the intensity of Production;
- Evaluating the available GAFRD aquaculture sites north the Nile delta;
- Evaluate production parameters for both *P. semisulcatus* and *P. japonicus* in the two different ecosystems, e.g. the Red Sea and the Mediterranean Sea coasts;
- Evaluating the technical and economical of the future shrimp farm projects integrated in Egypt (fish/shrimp/salicornia/tourism);
- Enhance the availability of skilled staff and increase the capacity of unskilled staff.
- Support investments in the production of shrimp feed and ensure that necessary quality standards are met;
- Enhance a sustainable marine shrimp aquaculture research based on both a short and long term Vision;
- Encourage the private sector to establish local dealer companies to import feed and equipment needed for the industry (aeration systems, feeders, etc);
- Establish a pilot shrimp farm in the area of the Red Sea to study the impact of pollution on the ecosystem as well as to identify and analyze the costs of mitigation methods;
- Facilitating the authorization of documents needed for starting up shrimp farm projects (cooperation of governmental authorities and NGO bodies).

## Reference

- Balarin J. 1986. *National reviews for aquaculture development in Africa, 8 Egypt*. FAO Fisheries Circular, (770.8): 128 p.
- Abdel-Razek F. 1991. *Biological observations on the transplanted prawns in Lake Qarun (Egypt)*. Journal of Egyptian German Society of Zoology 5:29-45.
- Baert P. and Ghoneim S. 1990. *Results and Remarks Concerning Artemia Introduction in the Ponds of the EL Nasr Salina Company in Port Fouad*. Second progress report, Joint Artemia project EEC, SEM 02/220/08, pp 34.
- Bishara N. 1976. *Contributions of the biology of Penaeid prawns in Lake Manzala, Egypt. I. Growth studies and length-weight relation ship*. Aquaculture, 8, 337-349.
- General Authority for Fish Resources Development (GAFRD). 2010. *Statistics of fish production of year 2009*. GAFRD, Ministry of Agriculture and Land Reclamation, 104 pp.
- General Authority for Amiria Affairs Presses (GAAAP), 1993. *Decree law issued by the Minister of Foreign Trade & Industry no. law No 124/1983 issuing "Fisheries, aquatic neighborhoods and fish farming organization"*. Edition No II. 140 pp.
- Central Agency for Public Mobilization and Statistics (Capmas). 2010a. *Annual book for the fisheries statistics in 2009*. Reference: 71/12413-2009. 65 pp.
- Central Agency for Public Mobilization and Statistics (Capmas). 2010b. *Study on the Egyptian fisheries wealth (1998-2009)*. Reference: 90/14321-2010). 33 pp.
- EEAA, 1995. *Law number 4 of 1994 promulgating the environment law*. <http://www.eeaa.gov.eg/English/main/about.aspv>.
- Egyptian Environmental Affairs Agency (EEAA).
- Ishak M., Alsayes A. and Abdel Razek F. 1980. *Bionomics of Penaeus kerathurus transplanted into lake Qarun (Egypt)*. Aquaculture 21:365-374.
- Sadek S. 1989a. *Hatchery production of Penaeus in Egypt*. Aquaculture'89. Bordeaux, France.
- Sadek S. 1989b. *Commercial aspects of Penaeus japonicus farming in northeastern Nile delta in semiintensive ponds*. Aquaculture'89. Bordeaux, France.
- Sadek S. 1993. *Notes on Research and Production Plan Progress made in Developing Mass Culture Techniques for Prawn and Shrimp in Egypt*. The International Conference on Future Aquatic.
- Resources in Arab Region, Alexandria, Egypt, February 6-8 1993. 24 p.
- Sadek S. 1997. *Evaluation of Penaeus semisulcatus and P. japonicus for Mariculture*. Technical reports, The Egyptian Company for Fisheries and Equipments. 12 p.
- Sadek S. and El-Gamal A. 1997. *Egyptian Aquaculture with Special Emphasis on Mariculture in Regards to Status, Constraints and Potential*. Aquaculture Europe '97, Martinique, 8 p.
- Sadek S., Rafael R., Shakouri M., Rafomanana G., Ribeiro F.L. and Clay J. 2002. *Shrimp Aquaculture in Africa and the Middle East: The Current Reality and Trends for the Future*. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Work in Progress for Public Discussion. Published by the Consortium, 42 pages.
- Sadek S. and Dahawi A. 2002. *Egyptian shrimp mariculture, today and tomorrow. The EAS conference "Sea farming - Today and Tomorrow Conference" (Trieste, Italy, October 16-19, 2002)*.
- Sadek S., Osman M.F 2006. *Experience in shrimp culture using brackish groundwater: Institutional constraints and mitigation measures*. Workshop on the use of brackish groundwater in agriculture and aquaculture: seeking the future. CAIRO, 2-5 DECEMBER 2006. The Ministry of Water Resources and Irrigation/Advisory Panel Project, in cooperation with the International Center for Biosaline Agriculture Research (ICBA) and the World Fish Center; 13 pp.
- Sadek S.S. 2010. *Aquaculture site selection and carrying capacity estimates for inland and coastal water bodies in Egypt*. A worldwide expert workshop on "Aquaculture site selection and carrying capacity estimates for inland and coastal water bodies" at the Institute of aquaculture, University of Stirling, Stirling, during the 6th to 8th December 2010.
- Sadek S.S. 2011. *Reviewed of the production characteristics data record for 24 artesian and commercial shrimp farms (P. semisulcatus) on different water salinity and soil during the period 1993-2010*. (under press).



# PRINCIPALI PATOLOGIE DEI CROSTACEI DECAPODI IN ITALIA

**Amedeo Manfrin, Francesco Quaglio**

Istituto Zooprofilattico Sper.le delle Venezie - Via L. da Vinci, 39 - Adria (RO) manfrin@izsvenezie.it

## **Abstract**

L'Italia è da alcuni decenni uno dei maggiori consumatori di crostacei dell'Unione Europea, anche se per oltre il 60% tale prodotto risulta essere di importazione (circa 200.000 tonnellate nel 2008). Nonostante i consumi elevati l'allevamento dei crostacei, quasi esclusivamente gamberi, è estremamente ridotto e non supera le 20 tonnellate/anno (dati 2009). La specie maggiormente allevata è sempre stata *Marsupenaeus japonicus*, anche se in passato sono state fatte esperienze con specie diverse (ad esempio *P. kerathurus* e *P. vannamei*). Di conseguenza anche le segnalazioni in merito alle principali patologie che hanno afflitto la crostaceicoltura nazionale sono sporadiche e spesso incomplete. Nel 1987 Bovo e collaboratori segnalano un episodio di IPN-like virus in *P. kerathurus* e *P. japonicus*, mentre un primo episodio infettivo importante avvenne nel 1992 quando, a seguito di un focolaio di Baculovirosi, fu necessario abbattere tutto lo stock di *P. japonicus* allevato presso il biotopo Bonello di Veneto Agricoltura. Nel 1997 fu identificato dal centro di referenza O.I.E. (World Organization for Animal Health) di Tucson (USA), per la prima volta in Italia, l'agente eziologico responsabile della White Spot Disease in *P. japonicus* e *P. semisulcatus* importati dalla Turchia, mentre negli ultimi anni ci sono stati sporadici episodi di Gut and Nerve Syndrome (GNS), patologia che determina uno scarso accrescimento degli animali e mortalità cronica, con pesanti perdite economiche per l'allevatore. Per quanto riguarda le specie d'acqua dolce, invece, merita senz'altro di essere citato il grave episodio di crayfish plague o peste del gambero, che nel 2009 ha decimato alcuni stocks di *Austropotamobius pallipes* nell'Italia Centrale. La carenza di informazioni dettagliate sui singoli episodi e di dati epidemiologici sulla diffusione delle malattie dei crostacei sul territorio nazionale, rendono però difficoltosa l'applicazione di piani di sorveglianza mirati ad impedire che nuove patologie possano colpire tale settore. Nei prossimi anni sarà quindi necessario migliorare lo scambio di informazioni tra gli importatori, gli allevatori e i diversi centri di ricerca distribuiti sul territorio nazionale.

# DOMESTICAZIONE DI *MARSUPENAEUS JAPONICUS* (BATE, 1888) PER UNA GAMBERICOLTURA SOSTENIBILE IN MEDITERRANEO

**Febo Lumare, Daniela Lumare, Luca Lumare**

UNIRIGA, Unità di Ricerca di Gambericoltura, Dip. Scienze Tecnologie Biologiche Ambientali Università del Salento, Via prov. Lecce-Monteroni, s.n.c. 73100 Lecce,  
febo.lumare@unile.it - febo.lumare@libero.it

## Riassunto

In anni recenti, in Italia ed altri paesi europei, fenomeni ricorrenti di patologie negli allevamenti di gamberi peneidi hanno creato problemi di varia natura (nanismo, alterazioni cromatiche dell'esoscheletro, mortalità) e perdite rilevanti. Di fatto le malattie rappresentano il maggiore fattore limitante della gambericoltura specialmente nei paesi grandi produttori, e laddove essa opera con elevate densità di stoccaggio. Tale situazione ha indotto, lo sviluppo di programmi di domesticazione dei peneidi, orientati sia alla riduzione dell'impatto delle malattie sia al miglioramento mediante selezione genetica. Importanti sono stati gli sforzi svolti in USA per ottenere ceppi di gamberi (*Litopenaeus vannamei*; *Fenneropenaeus chinensis*) esenti da patogeni specifici (SPF). Ugualmente importanti sono alcuni risultati ottenuti in Italia, relativi all'incremento del tasso di accrescimento di *Marsupenaeus japonicus*, conseguiti selezionando nel corso degli anni riproduttori di taglia maggiore. Il confronto di questo ceppo locale (F12-F19) con lotti F1, provenienti da genitori selvatici delle acque turche, ha indicato nel primo un tasso di accrescimento mediamente del 28,9% superiore al secondo. Ma la selezione dei riproduttori di *M. japonicus* operata in Italia nel corso delle generazioni ha determinato una graduale riduzione della variabilità genetica, che ha causato un progressivo decremento della percentuale di schiusa delle uova. Questa è passata dall'iniziale 50% al 15% per ritornare poi al 55% con la generazione F8, ottenuta importando dal Giappone nuovi lotti di F1 da genitori selvatici e incrociandoli con il ceppo locale. Rilevamenti effettuati nel 2000 (probabile generazione F21) hanno indicato una percentuale di schiusa intorno al 22,1%. Controlli svolti nel 1997 in popolazioni naturali di *M. japonicus* delle coste del Golfo di Antalya, in Turchia, hanno evidenziato una percentuale di schiusa dell'81,5%.

Sulla base di questi risultati appare necessario costituire, in Italia e nelle regioni mediterranee interessate, un ceppo performato di *M. japonicus*, che sia SPF e rappresentato dalla popolazione locale in cattività, integrato da componenti selvatici di origine giapponese e turca.

## Abstract

Recently pathologies in *Marsupenaeus japonicus* (Bate, 1888) shrimp-culture occur more frequently in Italy and the other Mediterranean countries; symptoms resulted in the minimal growth rate, the livery chromatic alterations and high mortality.

**Key words:** *Marsupenaeus japonicus*, domesticazione, SPF, miglioramento genetico

These constrains impose a strategy to produce specific pathology free (SPF) *M. japonicus* strain, adopting measures of quarantine, biosecurity and according to the HACCP criterions, as in the case of SPF *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) and *Fenneropenaeus chinensis* (Osbeck, 1765).

But the shrimp domestication involves the genetic manipulation also, and a performed high growth rate population is considered a goal in shrimp-culture. The practice to select biggest specimens *M. japonicus* in the composition of the broodstock led to an oversized population in Italy; a comparison between the local generation F12-19 *M. japonicus* and Turkish shrimp strain F1 from the Antalya Gulf proved a 28,9% higher growth rate of the former more than the latter. The selection practice of high sized specimens in the broodstock composition through generations (from 1970 to 1986) decreased the genetic variability as effect of inbreeding, and the hatching rate dropped; that diminished progressively from 50% to 15%. Hatchability increased to 33% by mixing different sized spawners from different reproductive batches and improved to 55% by mixing local broodstock and new imported Japanese F1 population. Analyses carried out on commercial scale in the year 2000 (local possible F21 generation) resulted a stabilized hatching rate at 22,1%; other studies on wild *M. japonicus* population F1 from Antalya Gulf, resulted in the 81,5% hatching rate.

The perspectives to establish a performed broodstock pool, in order to sustain shrimp-culture based on *M. japonicus* in Italy and the other Mediterranean countries, need to plan SPF shrimp strain characterized by high growth rate and high hatching rate; and that by mixing local captive population of *M. japonicus*, to native Japanese and wild Turkish one.

## Introduzione

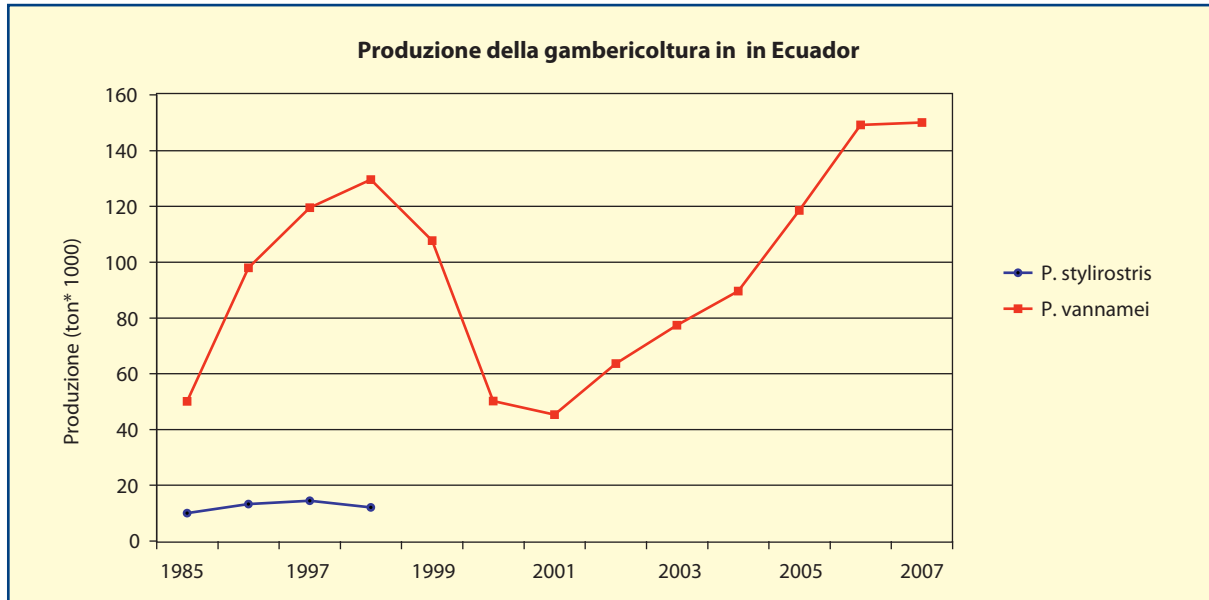
In anni recenti, in Italia ed altri paesi dell'area del Mediterraneo, fenomeni ricorrenti di patologie negli allevamenti di gamberi peneidi hanno creato problemi di varia natura (nanismo, alterazioni cromatiche dell'esoscheletro) e perdite rilevanti (Manfrin, 2010).

Di fatto le malattie rappresentano il maggiore fattore limitante della gambericoltura specialmente nei paesi grandi produttori e laddove essa opera con elevate densità di stoccaggio (FAO, 2003), ma anche in situazioni isolate laddove il novellame importato non è sottoposto ad adeguati controlli.

L'azienda "PALMAR shrimp-culture" presso Manavgat, nel Golfo di Antalya, in Turchia, 60 ha di bacini da ingrasso ed uno schiudatoio con una produzione di novellame da 10 milioni di post-larve da semina già al primo anno di attività, nel 1999 (Lumare *et al.*, 1997) -a seguito dell'importazione di novellame di *Penaeus monodon*, Fabricius 1798 (5 milioni, nel 2002) dalla Thailandia-, risultato poi affetto da WSVS (White Spot Virus Syndrome), perse tutta la produzione del gambero asiatico e di quello giapponese *Marsupenaeus japonicus* (Bate, 1888). Il problema si ripresentò nei due anni successivi ed alla fine l'azienda si trovò costretta a sospendere l'attività. Le malattie causano perdite economiche ed il loro impatto determina effetti negativi nelle economie dei paesi produttori e soprattutto nelle fasce economiche più deboli.

Un esempio ci è dato da quanto è avvenuto nel 2000 in Ecuador dove la produzione, e conseguentemente l'esportazione dei gamberi, è precipitata ai livelli del 1985 (FAO, 2009) e ci sono voluti, poi, altri 6 anni perché la produzione risalisse ai valori precedenti (Fig. 1).

**Figura 1. Andamento negli anni della produzione di gamberi peneidi in Ecuador, con eventi di crisi in relazione ad episodi di gravi patologie.**



## Ceppi indenni da patologie

Molti paesi si sono orientati, inizialmente, ad ottenere ceppi di gamberi resistenti (SPR) o tolleranti a patogeni specifici (SPT); e ciò hanno perseguito selezionando lotti allevati in cattività con elevati valori di sopravvivenza, ma non necessariamente esenti dalle malattie, purtroppo con risultati deludenti.

Successivamente gli sforzi sono stati indirizzati al conseguimento di gamberi esenti da specifiche patologie (SPF o SDF; Lotz, 1992; Lotz *et al.*, 1995; Wyban, 1992; Wyban, *et al.*, 1992), operando in strutture rigorosamente controllate nei diversi settori di processo (maturazione, riproduzione, allevamento larvale e post-larvale).

In questa azione di mantenimento dei ceppi sotto stretto controllo, particolare attenzione è stata rivolta a quei patogeni, in genere virali, per i quali i gamberi mostrano elevata sensibilità nella regione di origine o per quelli diffusamente presenti nelle regioni di trapianto delle nuove gambericoltura; è il caso della WSVS (White Spot Virus Syndrome) per *Litopenaeus vannamei* (Bonne, 1931) del quale è stato avviato l'allevamento in Asia (FAO/NACA, 2000; FAO/NACA, 2001a; FAO/NACA, 2001b).

Dei patogeni specifici immuni (SPF) sono state definite liste (Bondad-Reantaso, *et al.*, 2001; Tab. 1) riferite sia a *L. vannamei* per gli USA e l'America Latina, e sia a *Fenneropenaeus chinensis* (Osbeck, 1765) in Cina.

Ugualmente è stata stilata una lista di patogeni specifici di *Marsupenaeus japonicus*, alla quale sarebbe da aggiungere, sulla base dei recenti eventi in Europa, anche la GNS (Gut and Nerve Syndrome; Tab. 2).

Per raggiungere tale scopo i ceppi di gamberi devono essere mantenuti nel corso della loro intera vita in sistemi chiusi e ben controllati. In accordo a tali criteri operano da tempo centri attrezzati negli Stati Uniti d'America (Hawaii), ove vengono mantenute rigorose condizioni di isolamento.

Il fattore determinante per il successo di tale azione si basa sulla biosicurezza. Questa viene definita come un insieme di pratiche messe in atto e tese a ridurre la probabilità dell'introduzione di un patogeno e la sua successiva diffusione da un ambiente ad un altro (Lotz, 1977).

**Tab. 1. Elenco delle patologie specifiche per le quali sono stati ottenuti ceppi indenni di *Litopenaeus vannamei*, in USA ed America Latina, e di *Fenneropenaeus chinensis* in Cina ed USA.**

**Elenco dei patogeni specifici (LSPS) di *Litopenaeus vannamei* in USA ed in America Latina**

Sindrome Taura (TSV)  
 Malattie delle macchie bianche (WSV, WSVS)  
 Malattia della testa gialla (YHV)  
 Necrosi emopoietica e ipodermica infettiva (IHHN)

**Elenco dei patogeni specifici (LSPS) di *Fenneropenaeus chinensis* in Cina**

Sindrome Virale delle macchie bianche (WSVS)  
 Parvovirus epatopancreatico (HPV)

La procedura per raggiungere lo scopo consiste nella ripetuta selezione dei lotti, nel sottoporli a cicli di quarantena, fino ad ottenere novellame esente da patogeni (Fig. 2; Hennig *et al.*, 2005; Pantoja *et al.* 2005).

**Tab. 2. Lista dei principali patogeni per i quali è necessario, a sostegno della gambericoltura basata su *Marsupenaeus japonicus* nell'area del Mediterraneo, creare ceppi SPF del peneide.**

**Elenco dei patogeni specifici (LSPS) di *Marsupenaeus japonicus***

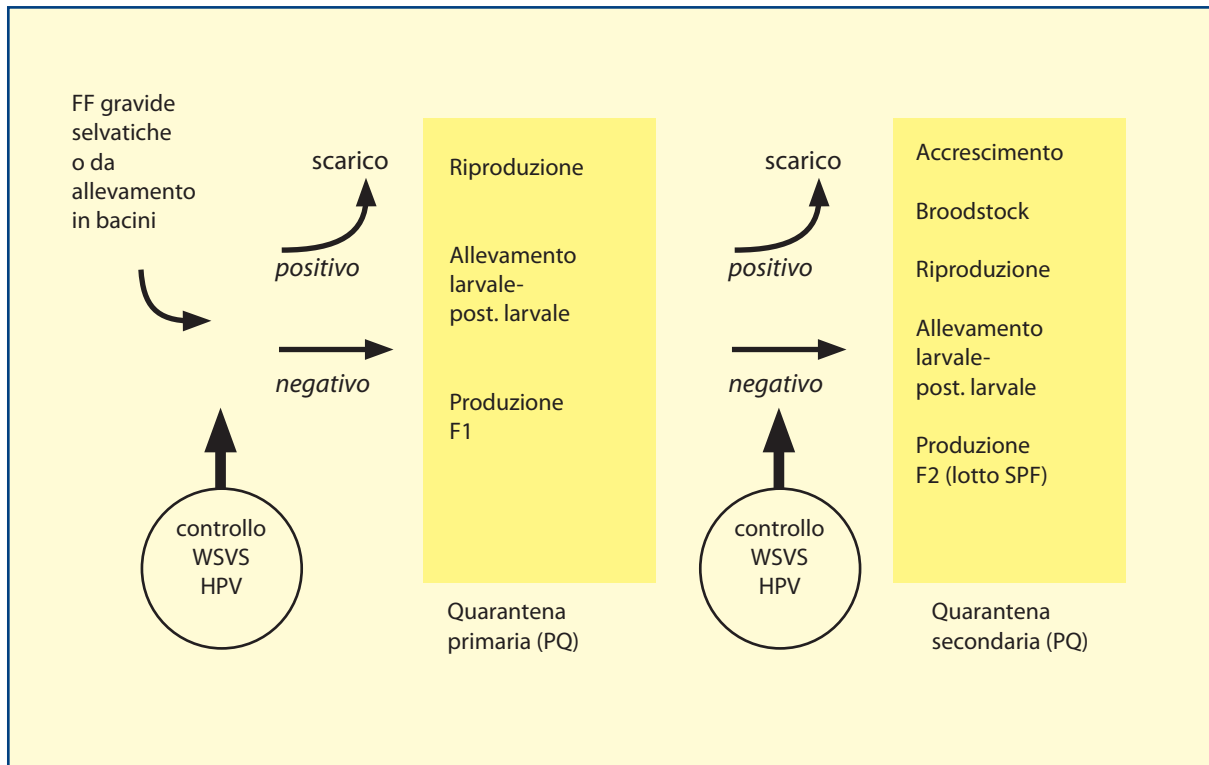
Malattia della macchia bianca (WSV)  
 Baculovirosi necrotica della ghiandola mesenterica (BMN)  
 Necrosi emopoietica e ipodermica infettiva (IHHN)  
 Sindrome dell'apparato digerente e del sistema nervoso (GNS)

La biosicurezza deve essere adottata in tutta la catena di produzione (Fig. 3), ovvero sui moduli principali di maturazione, riproduzione, schiusa delle uova, allevamento larvale e post-larvale, e primo accrescimento, nonché sui quelli periferici di produzione del nutrimento vivo e trattato (diatomee, zooplancton, artemia e mangimi composti).

Lo sviluppo e il miglioramento dei protocolli di biosicurezza possono essere adeguatamente approntati secondo i criteri di applicazione dei punti critici di controllo dell'analisi di rischio (HACCP: Hazard Analysis Critical Control Point; FAO, 2003; Jahncke *et al.*, 2001; Jahncke *et al.*, 2002; Schwarz, 2007).

I limiti critici sono identificabili nei cosiddetti punti critici di controllo (Critical Control Points; CCPs) del sistema, dove sono richiesti interventi allo scopo di prevenire, ridurre ed eliminare i rischi.

**Figura 2. Diagramma delle diverse fasi di trattamento su *Lithopenaeus vannamei* allo scopo di ottenere ceppi specifici indenni (SPF) da Sindrome Virale delle Macchie Bianche (WSVS) e da Parvovirus Epatopancreatico (HPV).**



I riproduttori posti in stabulazione sono considerati, ad esempio, punti critici di controllo, così come anche l'alimento impiegato nelle diverse fasi di processo (per riproduttori, larve, post-larve, giovanili, sub-adulti), in quanto possono favorire l'introduzione di agenti patogeni. Ugualmente l'acqua che alimenta le vasche di mantenimento viene considerata un punto critico di controllo, per cui deve essere monitorata in quanto può portare agenti patogeni.

Costituiscono protocolli routinari (per migliorare la produzione, nonché la qualità e la sicurezza del prodotto), le Procedure Operative Standardizzate (Standard Operative Procedures; SOPs; Weirich *et al.*, 2004), che hanno lo scopo di migliorare la produzione, nonché la qualità e la sicurezza del prodotto. Per tal motivo esistono ben definiti criteri da impiegare nei vari scomparti del processo produttivo, sia per mantenere sotto controllo quegli elementi che potrebbero costituire vettori di patologie per animali e persone, sia anche per la disinfezione di strutture ed attrezzature.

### Miglioramenti genetici

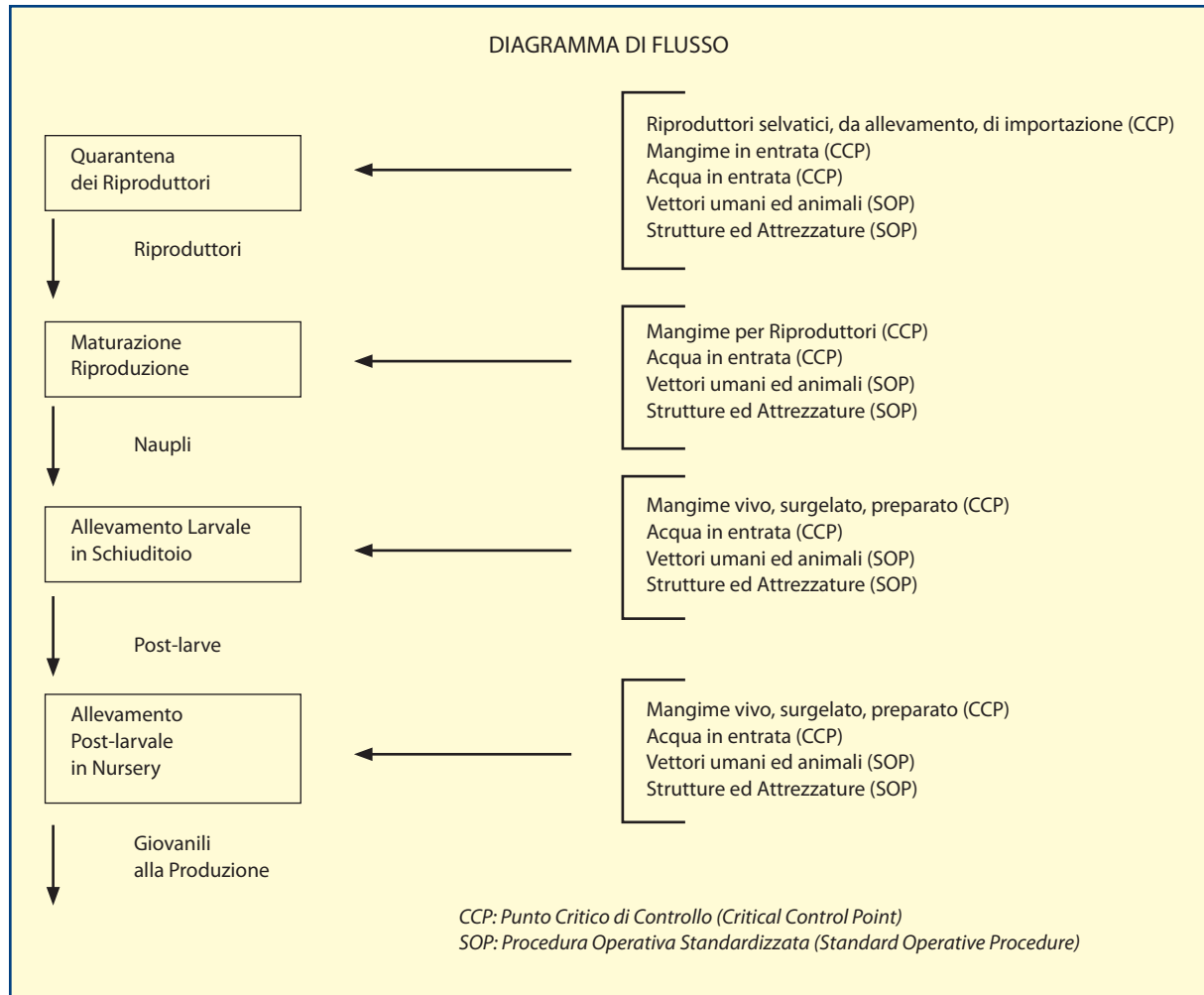
Ma la domesticazione di *Marsupenaeus japonicus* deve passare anche attraverso una orientata azione di selezione genetica che tenda a migliorare le caratteristiche biologiche della specie. Un aspetto importante riguarda l'ottenimento di ceppi caratterizzati da un elevato tasso di accrescimento.

Nel corso degli anni la pratica di costituire lotti di riproduttori di *Marsupenaeus japonicus* si è basata, in Italia, sulla selezione degli esemplari di taglia maggiore, oltre che in buona salute. Con tale azione, adottata più che altro intuitivamente, si è venuto a costituire un ceppo caratterizzato da una buona performance di accrescimento.

L'effetto di tale azione ha avuto un riscontro pratico in tempi successivi, quando è stato possibile confrontare l'accrescimento del ceppo "naturalizzato" in Italia, con lotti della stessa specie, di origine selvatica, provenienti dalla Turchia (Fig. 4).

Il confronto del ceppo locale (da generazione F12 a F19) con lotti F1, provenienti da genitori selvatici delle acque turche, ha indicato nel primo un tasso di accrescimento mediamente superiore del 28,9%. Il peso medio finale del ceppo turco è risultato pari a 13,1 g, contro quello del ceppo locale sempre superiore a 18 g. (Lumare, 1998; Lumare *et al.*, 1986; Lumare *et al.*, 1987; Lumare *et al.*, 1998; Lumare *et al.*, 1999; Lumare *et al.*, 2000).

**Figura 3. Diagramma di flusso degli interventi gestionali in sistemi controllati per l'ottenimento di ceppi di gamberi indenni da patologie specifiche (SFP).**



Ulteriore evidenza scientifica sull'argomento deriva dagli studi svolti su *M. japonicus* in Australia (Hetzel *et al.*, 2000; Preston *et al.*, 2004); questi autori hanno posto a confronto generazioni F1, provenienti da genitori selvatici, con generazioni F2 e F4 selezionate per l'elevato tasso di accrescimento. I risultati hanno dimostrato un significativo più elevato valore del peso nel ceppo F2 rispetto all'F1, e pari ad un incremento del 9,3%; ma il risultato è stato ancora più rilevante per il ceppo di generazione F4, il cui tasso di accrescimento è risultato maggiore del 14% rispetto al ceppo F1. I risultati hanno evidenziato che il ceppo di generazione F4 aveva la capacità di mantenere un elevato tasso di accrescimento nel tempo, quindi con implicazioni sul genotipo. Lo studio conclude evidenziando l'importanza di costituire lotti selezionati per elevato tasso di accrescimento e di tipo SPF, che potrebbero rappresentare una risorsa valida e geneticamente sostenibile per approvvigionare di novellame gli impianti di allevamento commerciale, nel caso di gravi perdite a causa di malattie o di altri fattori.

Altro aspetto da considerare per migliorare l'allevamento del gambero giapponese, riguarda la performance riproduttiva, relativamente alla necessità di incrementare la percentuale di schiusa delle uova in riproduttori mantenuti in cattività da varie generazioni.

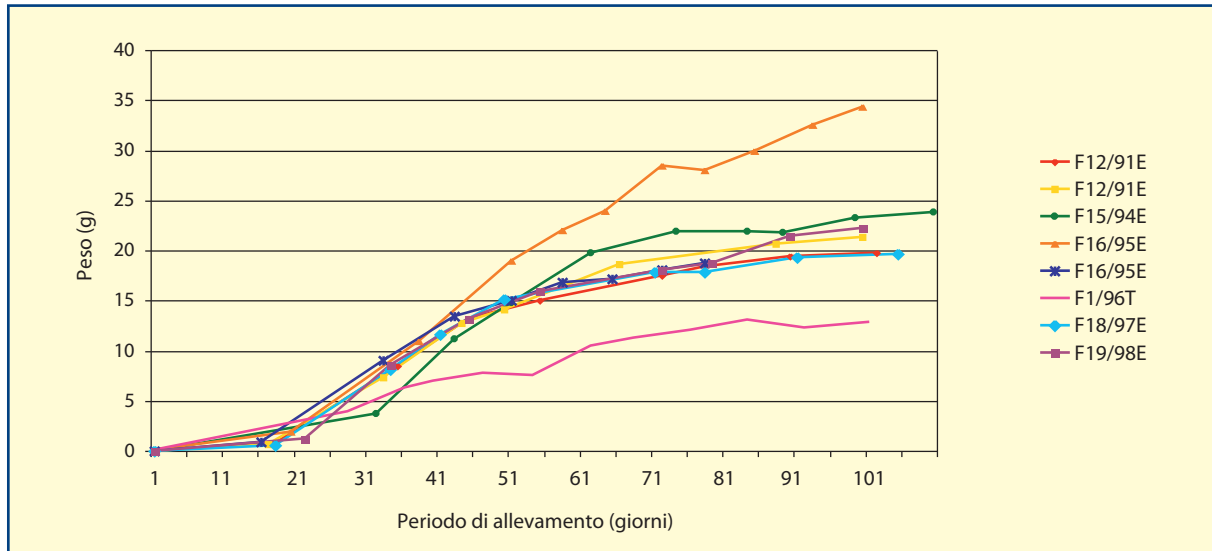
Secondo quanto riportato da Shigueno (1975), la percentuale di schiusa delle uova da esemplari selvatici, pescati in epoca riproduttiva lungo le coste giapponesi e posti a riprodursi negli impianti commerciali, varia intorno al 50%.

Novellame F1 di *M. japonicus*, proveniente dal sud-est del Giappone, è stato introdotto in Italia per la prima volta nel 1979. (Lumare & Palmegiano, 1980). La specie è stata allevata, fatta riprodurre in laboratorio e seguita successivamente per circa 10 anni. Inizialmente, nel passaggio da F1 a F2 l'accoppiamento è avvenuto tra



pochi esemplari (due femmine mature); in seguito sono stati costituiti lotti di riproduttori prima con numero relativamente ridotto di esemplari (100) e subito dopo in numero più elevato (600), rappresentato per due terzi da femmine ed il restante da maschi.

**Figura 4. Confronto di curve di accrescimento di ceppi di *M. japonicus*, appartenenti a diverse generazioni, ottenute in allevamenti su scala commerciale in anni successivi, ed in condizioni gestionali ed ambientali molto simili tra loro.**

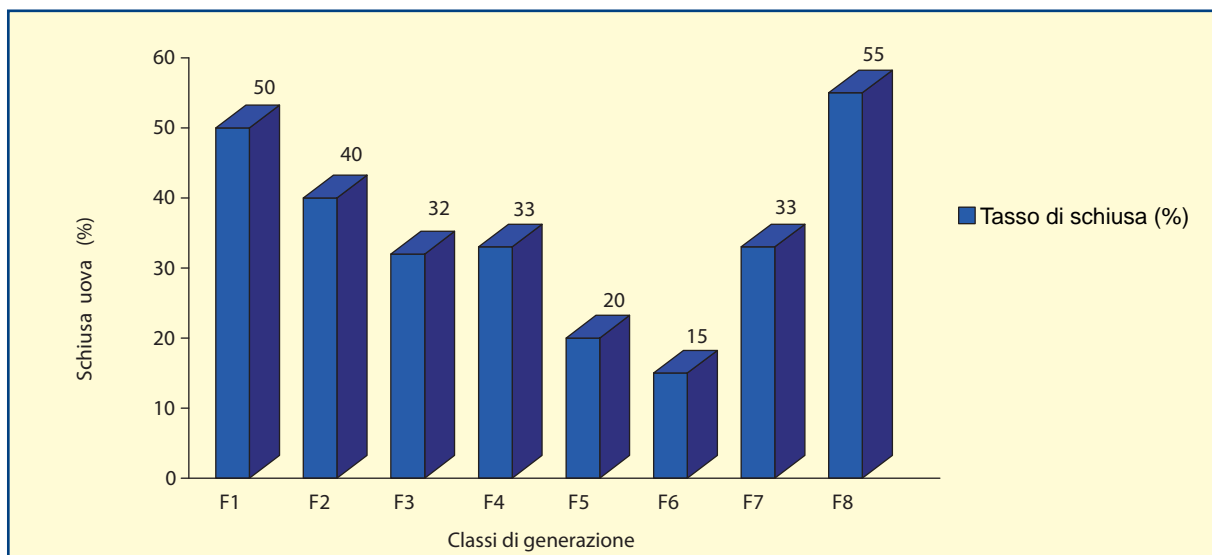


Nel corso delle generazioni che si sono susseguite negli anni si è rilevato un graduale abbassamento della percentuale di schiusa delle uova (Fig. 5), e ciò è stato attribuito ai possibili effetti degli incroci consanguinei (inbreeding) ed alla conseguente riduzione della variabilità genetica (Sbordoni *et al.*, 1984; Sbordoni *et al.*, 1986; Sbordoni *et al.*, 1987).

Una prima riduzione della percentuale di schiusa si è manifestata a causa dell'effetto di collo di bottiglia nel passaggio da F1 a F2, per il quale erano state impiegate soltanto due riproduttrici.

Nei successivi passaggi di generazione, sebbene sia stata aumentata la consistenza del lotto di riproduttori, venivano selezionati gli esemplari di maggiore dimensione oltre che in stato di buona salute.

**Figura 5. Successione delle classi di generazione da F1 a F8 della popolazione di *Marsupenaeus japonicus* introdotta in Italia nel 1979, cui corrisponde un graduale decremento della percentuale di schiusa delle uova. La situazione viene invertita prima costituendo lotti di riproduttori con esemplari dei vari cicli riproduttivi e poi introducendo dal Giappone nuovi lotti F1 da genitori selvatici.**



Tale pratica, però, non faceva che determinare un ulteriore effetto di riduzione dei caratteri ereditari, in quanto isolava esemplari generalmente più anziani, ovvero nati dalla prima emissione di uova (sui circa 4 cicli riproduttivi all'anno), che quindi non esprimevano la variabilità di tutto il lotto di riproduttori.

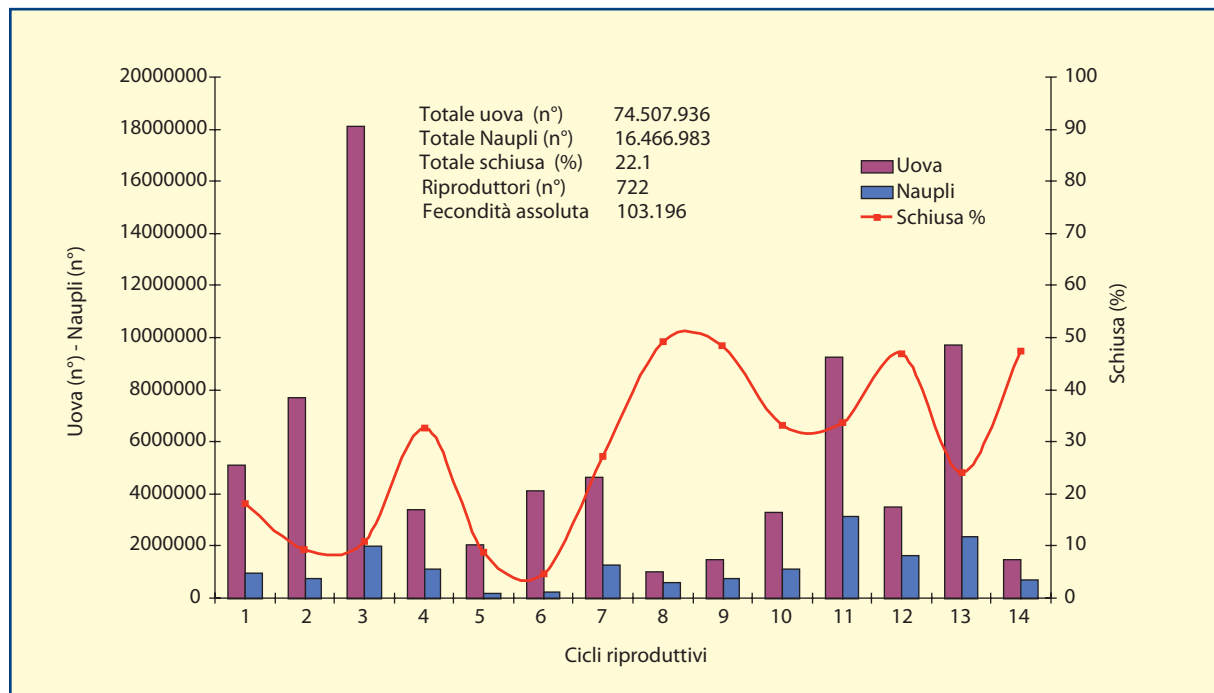
Per contrastare gli effetti negativi dell'inbreeding, nel costituire il lotto di riproduttori negli anni che sono seguiti, è stato adottato il criterio di selezionare esemplari provenienti dai diversi cicli riproduttivi. In tal modo il lotto era rappresentato da riproduttori che esprimevano più ampiamente i caratteri ereditari dell'intera popolazione dalla quale provenivano; con tale accorgimento la percentuale di schiusa è risalita al 33%.

Ma per una maggiore efficacia, successivamente, è stato introdotto dal Giappone un nuovo lotto di post-larve F1 proveniente da genitori selvatici; con gli adulti di questi e delle popolazioni in cattività in Italia sono stati costituiti i nuovi lotti di riproduttori, che alla generazione F8 hanno innalzato il valore della percentuale di schiusa al 55%.

Nel 2000 è stato effettuato un ulteriore controllo sullo stato di schiusa delle uova, su una generazione probabilmente F21; ciò nel corso di un piano di miglioramento strutturale dello schiuditoio per peneidi CEPRI-GAP di Carloforte (Cagliari). Lo studio ha fornito un valore di percentuale di schiusa delle uova pari al 22,1% (Fig. 6) su una produzione di circa 74,5 milioni di uova, che ha permesso di ottenere 1,5 milioni di post-larve da semina PL20-22.

Questi dati assumono particolare rilievo se vengono confrontati con i risultati di uno studio svolto nel 1997 sulla produzione di uova e larve in una popolazione selvatica di *M. japonicus* della costa turca del Golfo di Antalya, nell'ambito dell'avvio di attività di un impianto commerciale in Turchia.

**Figura 6. Produzione di uova e larve di *Marsupenaeus japonicus* presso l'impianto GEPRIGAP di Carloforte (Cagliari). I rilevamenti sono stati effettuati su una popolazione di probabile generazione F21 ed i risultati hanno indicato una stabilizzazione della percentuale di schiusa intorno al 22,1%.**

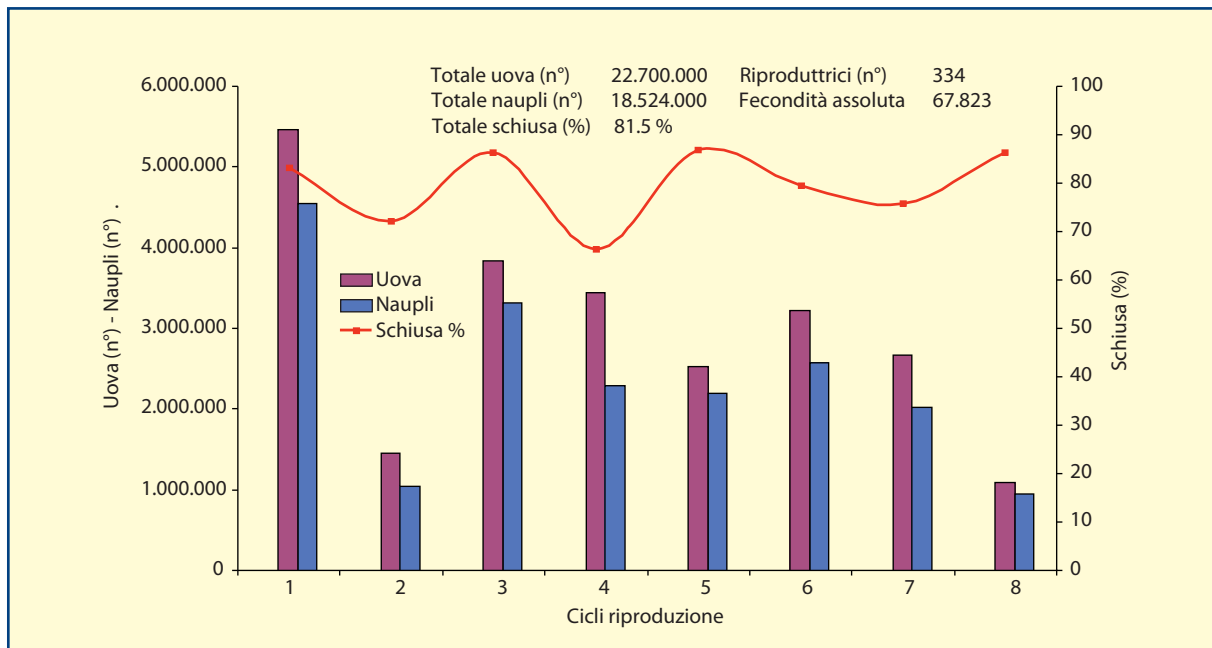


In questo caso, su una produzione di 22,7 milioni di uova sono stati ottenuti 18,5 milioni di naupli con una percentuale di schiusa dell'81,5%; sono stati, poi, prodotti 9,8 milioni di post-larve da semina, corrispondente ad una sopravvivenza di quest'ultime del 52,97% (Fig. 7; Lumare *et al.*, 1997). Nell'esperienza presso il CEPRI-GAP la sopravvivenza delle postlarve da semina era risultata soltanto del 9,09% (1,5 milioni di PL da semina su 16,5 milioni di naupli). Sulla maggiore sopravvivenza delle post-larve ottenute dai riproduttori selvatici della costa turca, un ruolo importante potrebbe essere stato svolto anche dall'alimentazione naturale assunta da quest'ultimi.

Nel caso della popolazione turca di gamberi, infine, risulta che la fecondità assoluta è più bassa rispetto alla popolazione mantenuta in cattività presso il CEPRI-GAP (fecondità assoluta = 103.196 uova per femmina); ad

una analisi più attenta si rileva che non esiste, tuttavia, una sostanziale differenza della fecondità relativa (uova emesse per grammo di esemplare) in quanto presso il CEPRI GAP sono state impiegate riproduttrici del peso di circa 35-40 g, mentre le riproduttrici turche avevano una taglia più ridotta (peso medio pari a 27 g). Quanto detto risulta ulteriormente interessante alla luce del fatto, poi, che la popolazione turca di *M. japonicus* risultava caratterizzata da bassa variabilità genetica, se pure per *loci* diversi da quelli del ceppo "europeo" (Sbordoni, *com. pers.*).

**Figura 7. Produzione di uova, schiusa e produzione di larve da popolazioni naturali di *Marsupenaeus japonicus* della costa turca del Golfo di Antalya.**



## Conclusioni

Alla luce dello stato attuale delle cose, perché la gambericoltura in Mediterraneo, basata su *Marsupenaeus japonicus*, possa divenire competitiva e consolidare reali ricadute economiche, è necessario che ci sia uno sforzo comune per migliorare molti aspetti della filiera produttiva, sia per quanto attiene la biologia della specie sia per alcuni importanti snodi gestionali e strutturali.

Nell'ambito della sfera biologica, tenuto conto di quanto sta accadendo in Italia, ma anche in altre aree del Mediterraneo, con particolare riferimento a quelle nord-occidentali, si pone con urgenza il problema di costituire in cattività ceppi del peneide indenni dalle principali patologie (SPF) già note, e con particolare riguardo alla GNS.

Altri aspetti, che incidono, poi, sull'economia di produzione, riguardano indubbiamente il miglioramento genetico del peneide relativamente sia all'incremento del tasso di accrescimento, per il quale si hanno già interessanti riscontri, sia all'aumento della performance riproduttiva. Su quest'ultimo punto, ovvero l'incremento della percentuale sia della schiusa delle uova sia della sopravvivenza delle post-larve, i lotti di riproduttori dovrebbero essere costituiti oltre che con esemplari locali anche con una componente di origine "giapponese", ed una integrazione di quella "turca".

Ma è necessario che vengano risolti anche alcune problematiche di natura strutturale, e tra queste è fondamentale la messa a punto di mangimi commerciali, che permettano adeguate densità di stoccaggio -pur nei limiti consentiti dalla biologia del gambero giapponese che non accetta l'eccessiva intensificazione- e buoni tassi di accrescimento; e tutto ciò a condizione che i costi del mangime siano compatibili con l'economia di mercato della gambericoltura mediterranea.

## Bibliografia

- Bondad-Reantaso M.G., McGladdery S.E., East I., and Subasinghe R.P. (eds.) 2001. Asia Diagnostic Guide to Aquatic Animal Diseases. FAO Fisheries Technical Paper No. 402, Supplement 2. Rome, FAO. 2001. 240 p.
- FAO/NACA. 2000. Asia Regional Technical Guidelines on Health Management for the Responsible Movement of Live Aquatic Animals and the Beijing Consensus and Implementation Strategy. FAO Fish. Tech. Pap. No. 402. Publ. FAO, Rome, Italy, 53 pp.
- FAO/NACA. 2001a. Manual of Procedures for the Implementation of the Asia Regional Technical Guidelines on Health Management for the Responsible Movement of Live Aquatic Animals. FAO Fish. Tech. Pap. No. 402/1. Publ. FAO Rome, Italy, 106 pp.
- FAO/NACA. 2001b. Asia Diagnostic Guide to Aquatic Animal Diseases. FAO Fish. Tech. Pap.No. 402/2. Publ. FAO, Rome, Italy, 237 pp.
- FAO, 2009. FAO Yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2007. Electronic Format, Rome: 434 pp.
- FAO, 2003. Health management and biosecurity maintenance in white shrimp (*Penaeus vannamei*) hatcheries in Latin America. *FAO Fisheries Technical Paper*. N° 450. Rome, FAO: 62 pp.
- Hennig O.L., Arce S.M., Moss S.M., Pantoja C.R., Lightner D.V., 2005. Development of a specific pathogen free population of the Chinese fleshy prawn, *Fenneropenaeus chinensis*. Part II: Secondary quarantine. *Aquaculture*, 250: 579–585.
- Hetzel D.J.S., Crocos P.J., Davis G.P., Moore S.S. & Preston N.C., 2000. Response to selection and heritability for growth in the Kuruma prawn, *Penaeus japonicus*. *Aquaculture*, Volume 181, Issue 3-4, 15 January 2000, Pages 215-223.
- Jahncke M.L., Browdy C.L., Schwarz M.H., Segars A., Silva J.L., Smith D.C., & Stokes A.D., 2002. Application of Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) Principles as a Risk Management Tool to Control Viral Pathogens at Shrimp Production Facilities. Publication VSG-02–10, Virginia Sea Grant College Program, Charlottesville VA, USA. 36 pp.
- Jahncke M.L., Browdy C.L., Schwarz M.H., Segars A., Silva J.L., Smith D.C., & Stokes A.D. 2001. Preliminary application of Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) principles as a risk management tool to control exotic viruses at shrimp production and processing facilities. pp. 279–284. In C.L. Browdy and D.E. Jory. (eds.) *The New Wave: Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Farming*. The World Aquaculture Society. Baton Rouge, LA, USA.
- Lotz J.M., 1977. Disease control and pathogen status in a SPF-based shrimp aquaculture industry, with particular reference to the United States.. In T.W. Flegel and I.H. MacRae (eds) *Diseases in Asian Aquaculture III*. Asian Fish. Soc., Fish Health Sect., Manila, Philippines: Pp. 243-254.
- Lotz J.M. 1992. Developing specific-pathogen-free (SPF) animal populations for use in aquaculture: a case study for IHVN virus of penaeid shrimp. Pages 267-283 in W. Fulks and K. L. Main, editors. *Diseases of cultured penaeid shrimp in Asia and the United States*. The Oceanic Institute, Honolulu, Hawaii, USA.
- Lotz J.M., Browdy C.L., Carr W.H., Frelier P.F., Lightner D.V., 1995. USMSFP suggested procedures and guidelines for assuring the specific pathogen status of shrimp broodstock and seed. In: Browdy, C.L., Hopkins, J.S. (Eds.), *Swimming Through Troubled Water*. Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming, Aquaculture '95. San Diego, California, USA, 1–4 February 1995. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA: 66-75.
- Lumare F., 1998. I Crostacei Peneidi: Tecnologia e Gestione dell'Allevamento. Serie Acquacoltura, vol. 4, ESAV (Publ) Venezia: 250 pp.
- Lumare F., Palmegiano G.B., 1980. Acclimatazione di *Penaeus japonicus* Bate nella Laguna di Lesina (Italia sud-orientale). *Riv. It. Piscic. Ittiop.*, A. 15 (2):53-58.
- Lumare F., Uzunoglu S. & Baspehlivan A., 1997. Hatchery mass production of the penaeid fry *Penaeus japonicus* and *P. semisulcatus*, (Penaeidae, Decapoda) on the Mediterranean coast of Turkey (Gulf of Antalya). *Riv. Ital. Acquacoltura*, 32:127-146.

- Lumare F., Scordella G., Zanella L., Gnoni G.V., Vonghia G., Mazzotta M. & Ragni M., 1999. Growth of kuruma shrimp *Penaeus japonicus* and bear shrimp *P. semisulcatus* (Decapoda, Penaeidae) farmed in the same conditions of management and environment on the North-East coast of Italy. Riv. Ital. Acquacol., 34:1-15.
- Lumare F., Andreoli C., Guglielmo L., Maselli M.A., Piscitelli G., Scovacicchi T. & Tolomio C., 1987. Trophic community correlations in fertilized ponds for commercial culture of the kuruma prawn *Penaeus japonicus* Bate in the North Adriatic Sea (north east coast of Italy). Inv. Pesq. 51 (supl. 1):571-585.
- Lumare F., Scordella G., Pastore M., Prato E., Zanella L., Tessarin C. & Sanna A., 2000. Pond management and environmental dynamics in semi-extensive culture of *Penaeus japonicus* (Decapoda, Penaeidae) on the northern Adriatic coast of Italy. Rivista Italiana di Acquacoltura, 35:15-43.
- Lumare F., Andreoli C., Belmonte G., Casolino G., Cottiglia M., Da Ros L., Piscitelli G. & Tancioni L., 1986. Growing studies on *Penaeus japonicus* (Decapoda, Natantia) in management and environmental diversified conditions. Riv. It. Piscic. Ittiop., A. 21(2): 42-52.
- Pantoja C.R., Song X., Xia L., Gong H., Wilkenfeld J., Noble B., Lightner D. V., 2005. Development of a specific pathogen-free (SPF) population of the Chinese fleshy prawn *Fenneropenaeus chinensis*. Part 1: Disease Pre-screening and Primary Quarantine. Aquaculture, 250:573-578.
- Preston N.P., Crocos P. J., Keys S. J., Coman G. J. & Koenig R., 2004. Comparative growth of selected and non-selected Kuruma shrimp *Penaeus (Marsupenaeus) japonicus* in commercial farm ponds; implications for broodstock production. Aquaculture Volume 231, Issue 1-4:73-82.
- Sbordoni V., Allegrucci G., Cesaroni D., Cobolli-Sbordoni M., De Matthaes E., La Rosa G. & Mattoccia M., 1984. Modifiche nel grado di variabilità genetica in stock allevati di *Penaeus japonicus*. XVI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar. 25-30 sett. 1984, Lecce: 1-15.
- Sbordoni V., De Matthaes E., Cobolli-Sbordoni M., La Rosa G. & Mattoccia M., 1986. Bottleneck effects and the depression of genetic variability in hatchery stocks of *Penaeus japonicus* (Crustacea, Decapoda). Aquaculture, 57:239-251.
- Sbordoni V., La Rosa G., Mattoccia M., Cobolli-Sbordoni M., & De Matthaes E., 1987. Genetic changes in seven generations of hatchery stocks of the kuruma prawn *Penaeus japonicus* (Crustacea, Decapoda). Proc. World Symp. on Selection, Hybridization and Genetic Engineering in Aquaculture. Bordeaux, 27-30 May, 1986. Vol. 1, Berlin 1987: 143-155.
- Schwarz M., 2007. HACCP application in shrimp hatchery operations. JIFSAN Good Aquacultural Practices Manual, University of Maryland, Symons Hall, College Park, MD 20742, Section 4; 4.1-4.3 pp.
- Shigueno K. 1975. Shrimp Culture in Japan. Association International Technical Promotion, Tokyo, Japan: 153 pp.
- Manfrin A. 2010. Principali patologie dei Crostacei Decapodi in Italia. Convegno "La risorsa Crostacei nel Mediterraneo: ricerca, produzione e mercato". Legnaro (PD) 25-26 novembre 2010.
- Weirich C.R., Segars A., Bruce J., & Browdy C., 2004. Development and implementation of biosecurity protocols and procedures at the Waddell Mariculture Centre. In C.S. Lee and P. O'Bryen. (eds.) *Biosecurity in Aquaculture Production Systems: Exclusion of Pathogens and Other Undesirables*. Publ. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA. (2004, pag. 123-129).
- Wyban J.A. 1992. Selective breeding of specific pathogen-free (SPF) shrimp for high health and increased growth. Pages 257-268 in W. Fulks and K.L. Main, editors. Diseases of cultured penaeid shrimp in Asia and the United States. The Oceanic Institute, Honolulu, Hawaii, USA.
- Wyban J.A., Swingle J.S., Sweeney J.N., Pruder G.D., 1992. Development and commercial performance of high health shrimp using specific pathogen free (SPF) broodstock *Penaeus vannamei*. In: Wyban, J.A. (Ed.), Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, pp. 254-260.

# CONSTRAINTS IN THE COMMERCIAL PRODUCTION OF SHRIMP FEED

**Eric De Muylder**

CreveTec, Nieuwebons 43, Groot-Bijgaarden, Belgium - eric@crevetec.be

## **Abstract**

Shrimp feed production methods are based on existing methods developed for fish and livestock feeds. However, there are a lot of differences between fish and shrimp.

Shrimp are typically fed 3-4 times/day. They are benthic. They must find the feed by chemical attraction through leaching of nutrients. They are selective feeders, nibbling on pellets and only consume more feed when palatability is OK, they are slow feeders. Shrimp can consume detritus actively or passively. Soluble nutrients will feed the phytoplankton in the pond, which in turn will feed zooplankton. The shrimp will ingest some of this plankton again. This is what we call natural production of the pond.

Crustaceans have some unique nutritional requirements such as phospholipids, cholesterol, Phosphate to Calcium ratio. Knowledge of shrimp nutrition has increased during the years, but application in business has been difficult due to cost. Semi-intensive farming is not the system that will maximise shrimp efficiency.

The slow feeding of shrimp increases the challenges of shrimp feed production, since shrimp feeds should remain water stable, even though they absorb water and loose nutrients through leaching.

The results obtained with feeding shrimp with a commercial pellet will depend on 5 groups of factors: Raw materials used, formulation, production method, handling and logistics between feedmill and farm and feed management on the farm.

Shrimp growth is directly related to protein digestibility. The replacement of fish meal is possible for some shrimp species.

Pelleting is the most widely used method for shrimp feed production, but extrusion, cold extrusion and soft extrusion offer alternatives that result in better suited feeds for shrimp.



# L'ALLEVAMENTO DEI GAMBERI IN ITALIA E NEL MEDITERRANEO SETTENTRIONALE

**Alberto Sanna**

Provincia di Cagliari - Assessorato Politiche Ambientali, Energia e Tutela del territorio  
via Giudice Guglielmo, 46 - 09131 Cagliari - asanna@provincia.cagliari.it

**Parole Chiave:** *Marsupenaeus japonicus*, gambericoltura, allevamento gamberi, riproduzione gamberi.

## Riassunto

La gambericoltura nell'area mediterranea europea è stata avviata nei primi anni 80 utilizzando la specie *Marsupenaeus japonicus*.

La presente comunicazione mira a fare il punto della situazione attraverso un'analisi delle diverse esperienze maturate in Italia, con particolare riferimento alla Sardegna, e nel Mediterraneo settentrionale.

A partire dal 1984, nella Sardegna sud-occidentale, la Provincia di Cagliari ha avviato un progetto di gambericoltura, proseguito poi con la realizzazione di uno schiudatoio della potenzialità di circa 6.000.000 di postlarve. Nel periodo 1998-2006 sono state prodotte postlarve che hanno rifornito allevamenti in Sardegna, Italia peninsulare e Albania.

In Europa, Francia, Spagna, Grecia e Albania sono i paesi in cui si è sviluppata la gambericoltura sempre con la specie *M. japonicus*.

La gambericoltura attraversa oggi un momento di difficoltà e dalle esperienze maturate bisogna ripartire, investendo in termini di ricerca applicata, per dare nuovo impulso al settore.

## Abstract

Shrimp culture in the European Mediterranean area started in the early 80's using the species *Marsupenaeus japonicus*.

This presentation aims to take stock of the situation through an analysis of the various experiences, with particular reference to Sardinia, as well as what occurred in peninsular Italy and in the northern Mediterranean area.

Since 1984 the Province of Cagliari has started in south-west Sardinia a shrimp culture project followed by an industrial hatchery with the potentiality of about 6,000,000 postlarvae.

The activities at the hatchery covered the period 1998-2006 and provided with postlarvae Sardinia, peninsular Italy and Albania.

France, Spain, Greece and Albany are the European countries where shrimp culture has developed with *M. japonicus*.

Shrimp culture is going through a moment of crisis and we should now start from the existing experiences, investing in terms of applied research to boost this aquaculture sector.

## Introduzione

In Europa, l'interesse per l'allevamento dei gamberi marini ha riguardato principalmente i Paesi che si affacciano sul Mediterraneo in relazione alle condizioni climatiche favorevoli presenti; pur essendo il *Melicertus kerathurus* (Forsskal, 1755) la specie autoctona, l'interesse si è subito concentrato sulla specie *Marsupenaeus japonicus* (Bate 1888)

Le sue caratteristiche morfologiche, simili a quelle della specie mediterranea (comunemente nota con il nome di gambero imperiale o mazzancolla), la notevole velocità di crescita e la sua rusticità hanno, infatti, fatto propendere per detta specie.

A partire dalla fine degli anni 60 in Spagna, a seguire in Italia, Portogallo, Francia, Inghilterra e Grecia si sono susseguiti studi e sperimentazioni che hanno portato il passaggio da un iniziale interesse di carattere meramente scientifico ad un interesse di tipo commerciale.

## La gambericoltura in Italia

Le prime esperienze di gambericoltura in Italia iniziarono nel 1969-70 presso l'Istituto per lo Sfruttamento Biologico delle Lagune (I.S.B.L.) del C.N.R. di Lesina, con la specie autoctona *M. kerathurus*.

**Figura 1. Localizzazione delle principali iniziative con *M. japonicus* in Italia.**



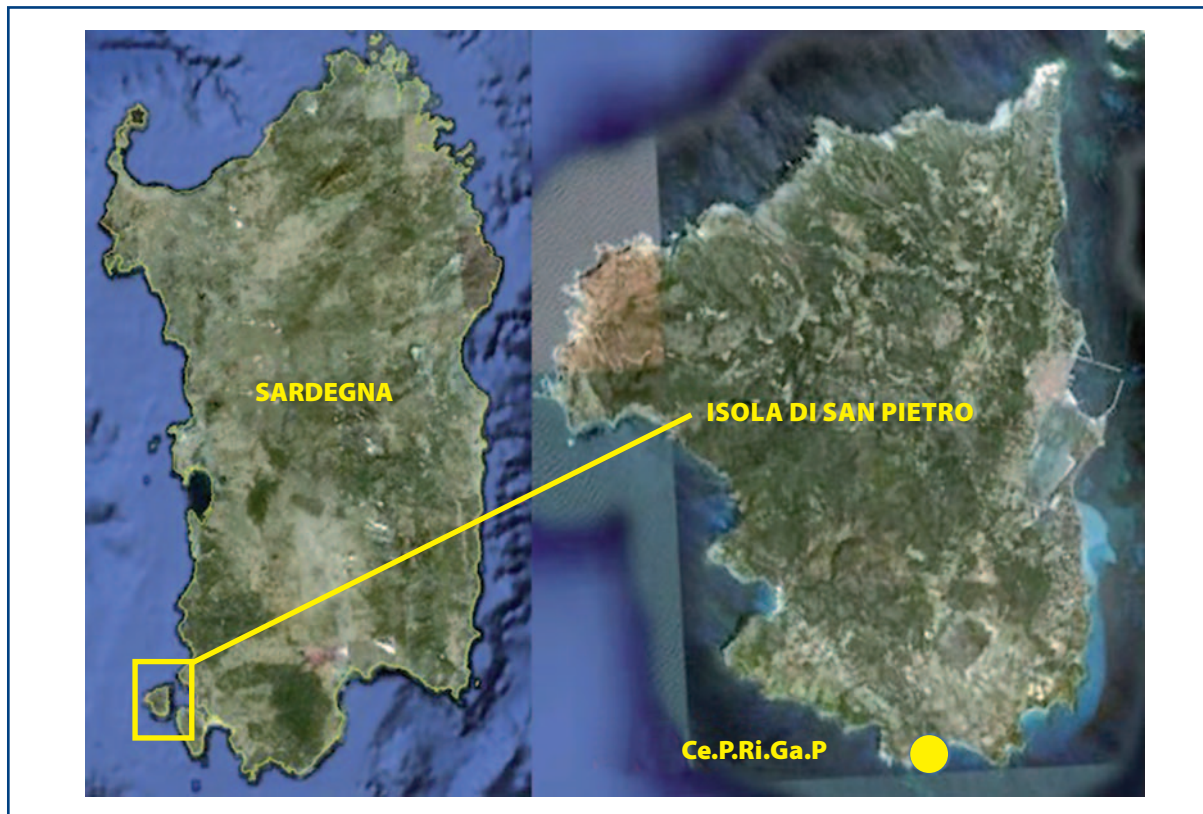
Nel 1979, presso il suddetto Istituto, fu introdotto il *M. japonicus*, ove furono studiati e definiti e gli aspetti legati alla riproduzione, nel contempo furono avviate sperimentazioni a livello d'ingrasso sulla costa nord orientale italiana nelle cosiddette "valli venete" cui seguirono allevamenti in Puglia e Sardegna. Sono state inoltre eseguite, a partire dalla fine degli anni 70, da parte dell'I.S.B.L., azioni di "ripopolamento" con la specie *M. japonicus* in ambienti lagunari caratterizzati da bassa produzione naturale in Puglia, Toscana, Lazio e Sardegna. (Lumare 1988; Lumare 1998). È stata oggetto di valutazione la possibilità di intervenire con il ripopolamento sia in ambienti lagunari sia in mare anche con la specie autoctona *M. kerathurus*. (Lumare *et al* 2001)

L'attività di riproduzione inizialmente avviata a livello scientifico presso l'I.S.B.L. è proseguita a livello commerciale presso il CE.PRI.GA.P (Centro Provinciale per la Riproduzione dei Gamberi Peneidi) ubicato sulla costa sud



occidentale della Sardegna nell'Isola di San Pietro (Fig.2) e in questi ultimi anni presso uno schiuditoio in Puglia. Attività a carattere sperimentale sono state effettuate anche presso il Laboratorio Ittiogenico di S. Liberata ad Orbetello (GR) e presso la società Ittica Ugento (LE).

**Figura 2. Ubicazione del Ce.P.Ri.Ga.P.**



#### Sardegna

In Sardegna la gambericoltura ha riguardato sperimentazioni effettuate con la specie *M. japonicus*, la quale venne introdotta dal prof. Lumare nel 1985 e allevata in alcuni bacini presalanti delle Saline di Cagliari su iniziativa della Provincia di Cagliari. I risultati ottenuti spinsero l'Ente a realizzare un primo schiuditoio sperimentale presso Stagno Cirdu (S.Antioco) e successivamente a realizzarne un secondo (Ce.P.Ri.Ga.P.) nell'isola di San Pietro, entrambi nella Sardegna sud occidentale.

Il Ce.P.Ri.Ga.P., (Fig.2, 3) unico in Italia a livello industriale, aveva una potenzialità di circa sei milioni di postlarve e una dimensione operativa su scala commerciale. Le sue caratteristiche lo rendevano adatto per sviluppare ricerche applicate finalizzate alla promozione di tale attività di acquacoltura. (Sanna A. et al 2004)

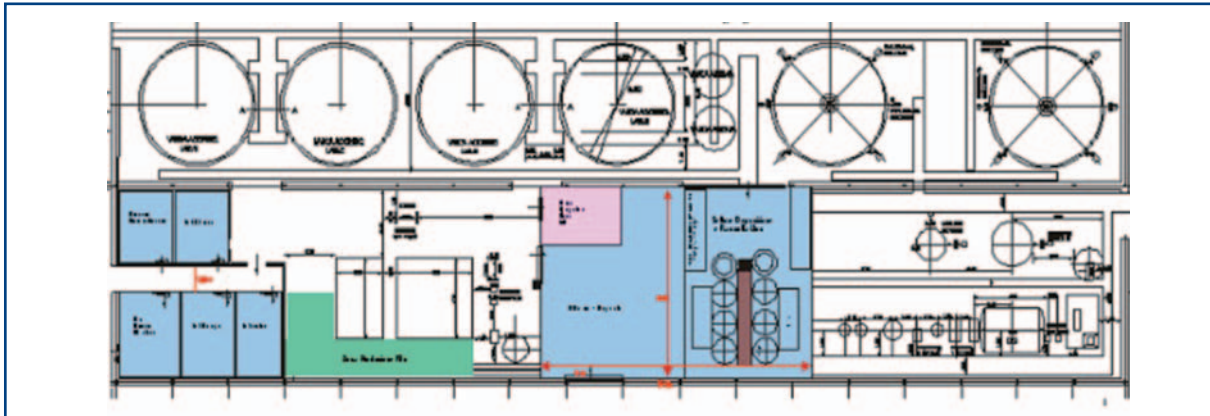
Il complesso produttivo consta di 2 corpi uno principale e uno accessorio:

- **lo schiuditoio**, una serra di circa 1000 mq, in cui si svolgono i processi biologici (mantenimento riproduttori, riproduzione e allevamento larvale e postlarvale)
- **un fabbricato delle centrali tecnologiche**, deputato al condizionamento termico (caldo-freddo).

Funzionalmente lo schiuditoio può essere diviso in quattro sezioni principali:

1. Adduzione e trattamento acqua di mare (filtrazione, disinfezione, riscaldamento e refrigerazione);
2. Mantenimento e condizionamento riproduttori; sono presenti due vasche circolari (circa 24 mc cadauna); possono accogliere circa 750 riproduttori ciascuna. È possibile operare a circuito idrico chiuso per effettuare il condizionamento termico.
3. Deposizione; sono presenti 8 vasche in vetroresina da 1 mc e 2 da 4,5 mc utilizzate per la deposizione
4. Allevamento larvale, postlarvale, produzione di colture microalgali e artemia; sono presenti quattro vasche circolari (circa 40 mc cadauna) ove è possibile allevare circa 2.000.000 di PL 22-25 per ciclo riproduttivo, un sistema di produzione in continuo di fitoplancton (Diatomea *Chaetoceros sp.*) e vasche per la produzione di artemia.

Figura 3. Pianta del Ce.P.Ri.Ga.P.



#### Protocollo adottato

Il protocollo adottato per la riproduzione prevede l'utilizzo di femmine condizionate in cattività mediante controllo dei parametri ambientali (temperatura, salinità, pH, fotoperiodo, alimentazione etc.) associato all'ablazione unilaterale del peduncolo oculare (Lumare 1986,1987; Lumare *et al* 1997, 2000)

Dal lotto vengono selezionate le femmine mature, cui segue la stimolazione all'emissione con shock termico, la raccolta e disinfezione delle uova e il loro trasferimento nelle vasche di allevamento. Qui avviene la fase di accrescimento, in condizioni controllate con la sequenza alimentare: fitoplancton, artemia, mangime artificiale e fresco utilizzando il protocollo messo a punto da Lumare (Lumare 1986, 1987, Lumare *et al* 1997, 2000) rivisto in funzione delle esperienze maturate e del tipo di mangime utilizzato.

#### Attività svolta

Verso la fine del 1997 fu costituito il lotto di riproduttori di *M. japonicus* con l'acquisto di circa 1.600 gamberi (taglia 25 g circa); di questi ne furono selezionati 1255 di cui 800 femmine, sottoposte ad ablazione del peduncolo oculare, e 455 maschi (*sex ratio* 1:1,7).

A partire dal 1998 fino al 2006, sono stati effettuati annualmente cicli di riproduzione nel periodo aprile-agosto. Nel 2006 l'attività è stata interrotta in quanto, l'impianto è stato trasferito alla Provincia di Carbonia-Iglesias di nuova costituzione.

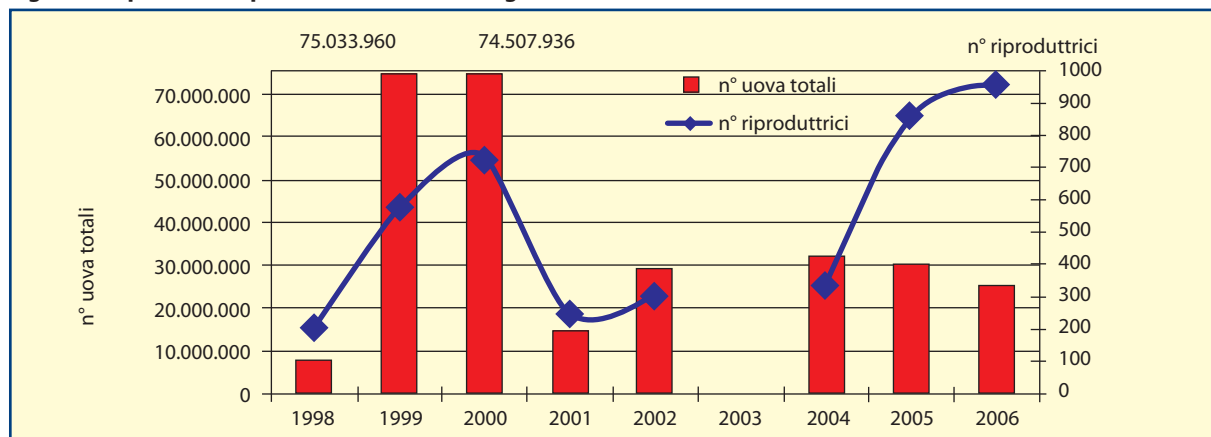
Le postlarve prodotte hanno rifornito impianti in Sardegna, nel resto della penisola (Veneto e Puglia) e all'estero (Albania).

In termini quantitativi i migliori risultati sono stati ottenuti nel 1999 (75.033.000 uova e 18.872.230 naupli) in 4 cicli riproduttivi (aprile, giugno, luglio e agosto) e nel 2000 (74.507.936 uova e 16.466.983 naupli) in 3 cicli (maggio, giugno e luglio).

Sempre negli stessi anni è stato ottenuto il maggior numero di uova per riproduttrice (130.949 nel 1999) e (103.196 nel 2000) (Fig. 4).

Complessivamente in 8 anni d'attività sono state prodotte circa 258 milioni di uova e 67 milioni di naupli.

Figura 4. Riproduzioni presso il Ce.P.Ri.Ga.P. negli anni 1998-2006.



Di contro la produzione di postlarve è stata di soli 10 milioni complessivi (Tab. 1), in relazione alla scarsità di richieste pervenute.

**Tabella 1. postlarve prodotte presso il Ce.P.Ri.Ga.P.**

anno	postlarve prodotte	destinazione
1998	400.000	Sardegna
1999	496.000	Sardegna
2000	350.000	Sardegna
2001	465.000	Sardegna
2002	1.150.000	Sardegna
2003	non è stata effettuata la riproduzione	
2004	3.144.350	Sardegna
		Veneto
		Puglia
2005	1.800.000	Sardegna
		Veneto
		Puglia
2006	2.235.044	Sardegna
		Veneto
		Puglia
		Albania

#### Attività d'allevamento

L'attività d'allevamento è stata effettuata in diversi impianti presenti sul territorio regionale, la prima esperienza fu effettuata nel 1986 in due bacini inseriti nel sistema delle saline di Cagliari, successivamente proseguì presso lo Stagno Cirdu dove fu approntato uno schiuditoio sperimentale e due bacini di circa 1 ha cadauno. Successivamente ulteriori prove vennero effettuate presso lo Stagno di Tortoli, la laguna di Santa Gilla, gli stagni di Porto Pino e in due impianti realizzati nella Sardegna sud-occidentale. (Sanna A. *et al* 2004)

**Figura 5. Localizzazione delle principali iniziative con *M. japonicus*.**



### Protocollo adottato

La preparazione dei bacini e la gestione degli stessi è stata pianificata secondo criteri sviluppati e migliorati nel tempo (pollina alla preparazione, fertilizzanti inorganici in itinere secondo dosi e modalità specifiche etc; (Lumare, 1985; 1988; 1998; Lumare *et al*, 2000).

L'alimentazione, ad integrazione di quella naturale che si sviluppa con la preparazione dei bacini, si basa su mangimi commerciali di provenienza nazionale ed estera somministrati secondo tabelle dietetiche finalizzate all'ottenimento di un indice di conversione alimentare (ICA) di circa 1,5.

### Siti d'ingrasso

#### Laguna di Santa Gilla

Si trova alle porte di Cagliari; a partire dal 1999, sono state effettuate prove di ingrasso in 3 bacini pensili perilagunari di circa 1,5 ha cadauno

#### Stagno di Tortoli

Ubicato nella costa centro occidentale; sono state effettuate prove d'ingrasso in tre bacini pensili perilagunari di circa 1 ha cadauno.

#### Stagno Cirdu

Si trova nella parte settentrionale dell'isola di S. Antioco. Presso tale stagno la Provincia di Cagliari, ha effettuato negli anni 1985-1992 attività di riproduzione ed allevamento in due bacini pensili perilagunari di circa 1,5 ha ciascuno, nonché nello stagno avente una superficie di circa 12 ha.

Nel 2000 sono stati realizzati 11 bacini d'allevamento con una superficie totale di 3,2 ha.

Nel corso degli anni 2002 e 2003 la produzione di gamberi ha consentito rendimenti intorno ai 1.000 kg/ha, con taglie dai 12 ai 25g e ricatture medie del 60% con punte fino al 90% .

Negli anni 2007 e 2008 è stato effettuato l'ingrasso ma l'indisponibilità di mangimi adeguati, non ha permesso di raggiungere taglie soddisfacenti

#### Società Ittica Sardegna

Possiede un impianto nella Sardegna sud-occidentale costituito da 18 vasche in terra di circa 4.000 m<sup>2</sup> cadauna, pari a complessivi 8 ha. Negli anni 1998, 1999 e 2000 è stato effettuato l'ingrasso del gambero *M. japonicus*, con rese medie di circa 600 kg/ha e con punte massime di circa 1000 kg/ha. Nel corso degli anni 2003 e 2004, sono state ottenute taglie medie di 30 grammi in tre mesi.<sup>1</sup>

Particolare importanza per la possibilità di effettuare l'allevamento anche disponendo di superfici non particolarmente grandi ha rivestito l'allevamento di *M. japonicus* effettuato nell'anno 2005.<sup>2</sup>

Nel suddetto impianto sono state seminate nel mese di giugno e luglio postlarve allo stadio di PL 20-22.

Sono stati predisposti 18 bacini della superficie di circa 5000 m<sup>2</sup> ciascuno, nei quali sono stati seminate PL a densità variabile tra 1,6 e 5 PL/m<sup>2</sup>, in unico bacino sono state seminate circa 200.000 PL (40 PL/m<sup>2</sup>).

Mentre nei 17 bacini seminati a bassa densità i rendimenti (kg/ha) sono stati nella media variando da un minimo di 300 kg ad un massimo di 750 kg, un discorso a parte merita quanto rilevato nel bacino seminato ad elevata densità, nel quale sono stati raccolti 937 kg di prodotto, corrispondente ad un rendimento di 1.874 kg/ha.

Le taglie hanno variato da un minimo di circa 15 g all'inizio di settembre, fin oltre i 24 g all'inizio di febbraio, quando si è conclusa la raccolta.

Come evidenziato nella tabella seguente (Tab. 2) nel bacino seminato a densità elevata è stata ottenuta, pur considerando il costo dell'acquisto delle postlarve, un ricavo 2,5 volte maggiore in termini economici.

**Tabella 2. Comparazione allevamento *M. japonicus* a differenti densità.**

superficie bacino	n° postlarve	n° postlarve	costo unitario	costo totale	gamberi pescati	resa	prezzo	ricavo
m <sup>2</sup>	totali	m <sup>2</sup>	postlarve	postlarve	kg	kg/ha	per kg	totale
5000	25000	5	€ 0,03	€ 750,00	375 max	750	€ 25,00	€ 18.750,00
5000	200000	40	€ 0,03	€ 6.000,00	937	1870	€ 25,00	€ 46.750,00

Questa esperienza apre nuovi scenari e merita di essere ulteriormente verificata con grande attenzione in quanto permetterebbe di superare uno dei limiti, quello della disponibilità di aree di adeguate dimensioni, che

<sup>1</sup> Comunicazione personale Martino Biassoni.

<sup>2</sup> Comunicazione personale Luca Lumare, responsabile di produzione dell'impianto nel 2005.



ha certamente rappresentato il maggior ostacolo allo sviluppo della gambericoltura utilizzando la specie *M. japonicus* che allo stato attuale è l'unica specie allevabile, in quanto esistono fortissime difficoltà all'introduzione di altre specie allevabili ad elevata densità.

#### Società Sardinia Sea Food

Gli impianti sono ubicati nella Sardegna sud-occidentale e confinanti con le Saline di S. Antioco (400 ha di cui parte utilizzabili per gambericoltura estensiva). Sono presenti 12 bacini da circa 0,5 ha cadauno.<sup>3</sup>

Nel 2009 in quattro di questi sono state effettuate prove di ingrasso della specie *M. japonicus* che hanno dato ottimi risultati. La taglia commerciale è stata raggiunta in 3 mesi.

### **Considerazioni sulla gambericoltura in Sardegna**

L'assenza di adeguate politiche di sviluppo dell'acquacoltura e quindi di una regia a livello regionale (si ricorda che la Regione Sardegna ha potere legislativo in materia) non ha permesso, malgrado il sorgere di diverse iniziative pubbliche e private, lo sviluppo della gambericoltura che in questa regione, caratterizzata da uno sviluppo costiero pari a circa 1.843 Km, con una quota rilevante di biotopi adatti a queste attività, circa 14.000 ha, con un clima temperato caldo e inverni brevi e miti, avrebbe trovato condizioni ideali.

Neanche la presenza di uno schiuditoio a livello industriale di fondamentale importanza strategica che avrebbe dovuto funzionare come punto di riferimento e volano di sviluppo, ha permesso di sviluppare un'attività che potenzialmente garantiva notevoli ricadute sia di carattere economico che occupativo.

#### *Veneto*

Dal 1981 sono state avviate diverse sperimentazioni d'allevamento principalmente con la specie *M. japonicus*, sono inoltre state effettuate prove con *Penaeus semisulcatus* (de Haan 1844) e *Penaeus monodon* (Fabricius 1798) (Lumare 1998; Lumare *et al* 2000)

Nel 1990, 1993 e 1994 sono state effettuate prove di allevamento semi-intensivo con *P. monodon* e *M. japonicus* nelle valli da pesca del Delta del Po presso il biotopo "Valle Bonello" (Lumare 1993).

Tra il 1996 e il 1999 presso il Centro Ittico Sperimentale Bonello sono state svolte a cura del dell'Ente di Sviluppo Agricolo del Veneto prove dall'allevamento semintensivo con *M. japonicus* in comparazione con alcuni lotti di *P. semisulcatus*. con densità di semina di 3-4 es/m<sup>2</sup>.

Sono state ottenute produzioni variabili tra 270 e 760 kg/ha, con una media di 452 kg/ha in circa 100 giorni di allevamento. Le percentuali di recupero sono state maggiori del 60% nella quasi totalità dei casi.

*P. semisulcatus* ha conseguito prestazioni di crescita maggiori del 65,5% rispetto al *M. japonicus* probabilmente per la sua maggiore capacità di sfruttamento delle risorse trofiche dell'ambiente.

L'allevamento è proseguito negli anni successivi; in questi ultimi anni i risultati non sono soddisfacenti in relazione probabilmente alla scadente qualità del novellame approvvigionato.

#### *Puglia*

Nel 1998 sono state effettuate semine di post-larve di *M. japonicus* in bacini in terra di diversa superficie (15.000 m<sup>2</sup>, 22.000 m<sup>2</sup>, 100.000 m<sup>2</sup> e 170.000 m<sup>2</sup>) situati presso la Laguna di Lesina.<sup>4</sup>

Le rese produttive ottenute hanno variato tra 130 e 270 kg/ha in estensivo e tra 290 e 700 kg/ha in semintensivo.

Sono state inoltre condotte, dall'ICR Mare, prove di allevamento in due recinti da 1 ha ciascuno predisposti all'interno della laguna di Lesina.

Dopo circa 100 giorni di allevamento la percentuale di ricattura è stata del 29% con un peso medio di circa 27,5 g. La produzione complessiva è stata di 475,2 kg (237,6 kg/ha).

Si è inoltre sviluppata in località "Cauto" nel Comune di Lesina, un'attività di gambericoltura ad opera di privati utilizzando novellame di provenienza spagnola e negli ultimi anni di provenienza francese e dal Ce.P.Ri.Ga.P.. Sono presenti circa 40 ha suddivisi in 7 bacini di superficie compresa tra 2 e 18 ha.

Nell'anno 2007 è stato realizzato uno schiuditoio; il novellame prodotto 500.000 PL nel 2009 e 600.000 PL nel 2010 è stato interamente destinato all'allevamento presso i bacini adiacenti.

<sup>3</sup> Comunicazione personale Martino Biassoni.

<sup>4</sup> Comunicazione personale Mario Basile e Gianni Casolino.

## La gambericoltura nell'Europa mediterranea

In Europa la gambericoltura si è sviluppata principalmente in Italia, Spagna, Francia Grecia e Albania (Fig. 6). Per quanto riguarda gli impianti esistenti in Francia e Spagna sia d'ingrasso che di riproduzione si rileva peraltro che essi sono ubicati per lo più sulla costa atlantica e non mediterranea.

Alla data del 2006 erano presenti 3 schiuditoi che riforniscono impianti presenti sul territorio nazionale ed estero (Europa) e circa 300 ha complessivi per l'allevamento (Shrimp News International March 10, 2006) .

- 1 schiuditoio nel sud della Francia di proprietà di una società chiamata "La Petit Canau" che produce 6 milioni di postlarve/anno.
- 2 schiuditoi in Spagna; che producono alcuni milioni di postlarve/anno.
- 1 schiuditoio in Grecia a Alexandroupolis che produce alcuni milioni di postlarve/anno.

A questi si aggiunge 1 schiuditoio in Italia (Ce.P.Ri.Ga.P.) che può produrre 6 milioni di postlarve/anno.

**Figura 6. Localizzazione delle principali iniziative in Europa.**



### Spagna

Nella provincia di Huelva sono presenti due impianti di gamberi: Acuinova (Gruppo Pescanova) che commercializza gamberi vivi ed esporta in Giappone e Maresa SA che nel 2008 ha prodotto 1,5 milioni di postlarve interamente vendute in Spagna.

Entrambi dispongono dello schiuditoio e possono produrre 45 tonnellate di *M. japonicus*. (Shrimp News International November 20, 2009 and January 11, 2008)

Uno studio effettuato dall'APROMAR (Asociación Empresarial de Productores de Cultivos marinos) nel 2010 "La Acuicultura Marina de Peces en España 2010" riporta che il *M. japonicus* è prodotto in piccole quantità (40 T) in Andalusia, (Tab. 3). (<http://www.apromar.es/Informes/Informe-APROMAR-2010.pdf>)

**Tabella 3. Dati di produzione di *M. japonicus* negli anni 2004-2010.**

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010p
Andalusia	30 T	55 T	45 T	42 T	40 T	48 T	48 T

Pescanova è un importante gruppo che a partire dagli anni 80 ha diversificato le sue attività investendo nel settore dell'acquacoltura sia in Spagna che in Sudamerica dove possiede diversi allevamenti di *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). (<http://www.pescanova.com/>)

In Spagna possiede 3 impianti di riproduzione e allevamento di *M. japonicus*:

El Dique Costruito nel 1993 a Ayamonte (Huelva) ha una capacità produttiva di 50 T di gamberi.

San Carlos Costruito nel 1990 a Sanlúcar de Barrameda ha una capacità produttiva di 25 T di gamberi.

La Carabela Costruito nel 1994 a San Fernando-Cádiz ha una capacità produttiva di 7 milioni di postlarve. È l'unico centro di riproduzione di gamberi e centro di ricerca.

È in costruzione un nuovo impianto "*Gamba natural*" a Medina del Campo (Castiglia-Leon) che entrerà in attività nel 2011, potenzialità produttiva 175 T/anno. Sarà utilizzata una nave di 6.400 mq nella quale si ricaveranno 24 bacini. (Shrimp News International September 10, 2010)

#### Francia

La produzione di gamberi in Francia tra il 1989 e il 1995 è stata di circa 25 tonnellate annue. Attualmente la produzione è di carattere artigianale concentrata presso piccoli impianti ubicati per lo più negli stagni salmastri della costa atlantica (Vendée: 1 t., Charente-Maritime: 9 t., Médoc: 5 t.) e in un impianto della Languedoc (5 t.) che ha terminato l'attività nel 1996.

([http://www.lepisciculteur.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=29&Itemid=36](http://www.lepisciculteur.com/index.php?option=com_content&task=view&id=29&Itemid=36))

L'allevamento viene svolto per lo più extra Europa in Nuova Caledonia, 2.000 tonnellate di *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1874) nel 2003. ([http://wwz.ifremer.fr/aquaculture/filieres/filiere\\_crustaces](http://wwz.ifremer.fr/aquaculture/filieres/filiere_crustaces))

Uno schiuditoio, di proprietà di una società "Le Petit Canau" è presente sulla costa atlantica a St Vivien de Medoc; produce 6 milioni di postlarve destinati ad allevamenti in Francia, Spagna e Italia.

(<http://www.bienvenue-a-la-ferme.com/gironde/ferme-ferme-aquacole-la-petite-canau-63114>)

#### Grecia

Il primo allevamento di *M. japonicus* in Grecia fu di tipo estensivo a Psathotopi Artas nel golfo di Amvrakikos (Mar Ionio) nel 1990

Nel 1993 fu introdotto a Alexandroupolis nella Grecia settentrionale il *P. vannamei* ed acclimatato in bacini in terra.

Nel 1994 per la prima volta fu acclimatato e allevato *M. japonicus* in modo sperimentale a Porto-Lagos nella Grecia settentrionale e a livello produttivo a Alexandroupolis.

Attualmente l'unica realtà esistente è quella di Alexandroupolis. Si alleva *M. japonicus* con il sistema semi-intensivo in bacini in terra con postlarve provenienti dalla Spagna. (Shrimp culture in Hellas by Kapiris Kostas) (Tab. 4)

**Tabella 4. Allevamento di gamberi in Grecia negli anni 1990-1996.**

Anno	Località	Proprietà	Specie e provenienza	AREA (m <sup>2</sup> )	Tecnica di allevamento
1990	Psathotopi, Arta-Epirus	Privato	<i>M. japonicus</i> Spagna	70.000	Estensivo
1992	"	"	<i>M. japonicus</i> Francia	100.000	Semi-estensivo
1993	Alexandr	"	<i>P. vannamei</i> U.S.A.		Semi-intensivo
1994	Porto Lagos	?	<i>M. japonicus</i> Menidi Arta		"
1994	Alexandr.	Privato	"		"
1996	"	"	<i>M. japonicus</i> Taiwan	80.000	

Negli anni 2004, 2006 e 2007 è stata effettuata la riproduzione e si riscontra anche la disponibilità di novellame per la vendita (Shrimp News International April 07, 2006 and January 11, 2008)

#### Albania

Sul sito della FAO è riportata l'esistenza di un solo impianto estensivo a Kavaja con una superficie totale di 215 ha; fu costruito 30 anni fa e fino al 1992 ha prodotto avannotti e adulti di carpa cinese.

Nel 1994 una joint-venture con partner italiani (Kavaja Aquaculture Production), ha ristrutturato l'impianto (120 ha) e ora si alleva il *M. japonicus*. ([http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso\\_albania/en](http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_albania/en)).

## Conclusioni

La gambericoltura in Europa ha mosso i suoi primi passi dalla fine degli anni 60 e dopo un primo periodo di forte impulso, dovuto all'interesse suscitato per le sue potenzialità in termini commerciali ed economici, ha conosciuto un brusco rallentamento in tutti i paesi interessati. Le ragioni sono molteplici, legate alle difficoltà di reperimento di aree di adeguata superficie da destinare all'ingrasso ai loro costi elevati ed alle resistenze per l'introduzione di nuove specie.

Altro aspetto che ne ha fortemente compromesso lo sviluppo è rappresentato dall'indisponibilità a livello europeo, di mangimi adeguati e di postlarve certificate SPF (*Specific Pathogen Free*).

Per questi motivi le diverse iniziative che si sono sviluppate, in assenza di una programmazione adeguata, sia a livello nazionale che europeo, si sono nella maggior parte dei casi concluse.

Malgrado ciò, ancora oggi, la gambericoltura è un'attività che ha forti potenzialità basti vedere il volume delle importazioni di gamberi verso i paesi europei; pertanto le strade da seguire per rilanciare il settore appaiono principalmente tre:

- Definire protocolli di allevamento che permettano di ottenere rese/ha elevate, almeno superiori alle 2 T/ha con la specie *M. japonicus*, attualmente l'unica "accettata", con sistemi a ricircolo e a basso impatto ambientale.
- Verificare la possibilità di allevare nuove specie definendo in modo scientificamente inconfutabile l'impossibilità di fuoriuscita anche accidentale e acclimatamento in ambienti naturali, per superare le resistenze legate al rischio di introduzione di nuove specie.
- Mettere in rete, a sistema, le competenze e le conoscenze ragionando su scala europea e non locale, per il superamento delle problematiche evidenziate, definendo le priorità da affrontare, senza tralasciare gli aspetti economici.

Dalle realtà esistenti e dalle esperienze maturate bisogna quindi oggi ripartire investendo in termini di ricerca applicata per dare impulso al settore dell'acquacoltura che a livello europeo attraversa un momento di forte crisi produttiva ed economica.

## Ringraziamenti

Si ringrazia per il contributo fornito alla stesura della presente comunicazione:

Mario Basile, Martino Biassoni, Gianni Casolino, Gregorio Cossu, Riccardo De Murtas, Fabrizio Destro, Luca Lumare, Rosalba Pinna, Bruno Rasset.

Un particolare ringraziamento a Febo Lumare per la continua assistenza e per la revisione del testo.

## Bibliografia

Lumare, 1985. Modelli di sviluppo della gambericoltura marina ed orientamenti in Italia. Atti Conv. La Gestione delle acque del Salento: 83-104.

Lumare F., 1986. Reproduction and larval rearing of Penaeids. In: Production in Marine Hatcheries. FAO/MEDRAP, Rivinj-Zadar, Yugoslavia: 44-96.

Lumare F., 1987. Recenti risultati sull'alimentazione delle post-larve di *Penaeus japonicus* in allevamento massivo in Italia. Riv. It. Piscic. Ittiop., A. 22(3): 91-96.

Lumare F., 1988. *Penaeus japonicus*: biologia ed allevamento. In: *Penaeus japonicus*. Biologia e sperimentazione. E.S.A.V., Ente Sviluppo Agricolo Veneto, Padova: 11-198.

Lumare F., 1993. Experimental intensive culture of *P. monodon* in cold-temperate climate of the North-East coast of Italy ( a fishery "valle" of the River Po Delta). Aquaculture, 113: 231-241.

Lumare F., Uzunoglu S. and Baspehlivan A., 1997. Hatchery mass production of the penaeid fry *Penaeus japonicus* and *P. semisulcatus*, (Penaeidae, Decapoda) on the Mediterranean coast of Turkey(Gulf of Antalya). Riv. Ital. Acquacoltura, 32: 127-146.

Lumare F., 1998. Crostacei Peneidi - Tecnica e gestione dell'allevamento. Manuali di Divulgazione Serie Acquacoltura, n° 4, ESAV, 187 pp.



- Lumare F., Scordella G., Di Muro P., Tessarin C. e Zanella L., 1995. Definizione di modelli di allevamento di *Penaeus monodon* e *P. japonicus* (Decapoda, Penaeidae), nelle valli da pesca dell'alto Adriatico. In: Berletti M., Rossi R. e Spreafico E. PIM per le zone lagunari dell'alto Adriatico, Ricerche e Sperimentazioni 1998-1994: 125-140.
- Lumare F., Scordella G. and Zonno V., 1998. Morphometric study on a stock of *Penaeus monodon* Fabricius, 1798, farmed in a "fishery valle" of the Po River Delta (North - East coast of Italy). *Oebalia*, XXIV:131-143.
- Lumare F., Scordella G., Zanella L., Gnoni G.V., Vonghia G., Mazzotta M. and Ragni M., 1999. Growth of kuruma shrimp *Penaeus japonicus* and bear shrimp *P. semisulcatus* (Decapoda, Penaeidae) farmed in the same conditions of management and environment on the North-East coast of Italy. *Riv. Ital. Acquacol.*, 34:1-15.
- Lumare F., Scordella G., Pastore M., Prato E., Zanella L., Tessarin C., Sanna A., 2000. Pond management and environmental dynamics in semiextensive culture of *Penaeus japonicus* (Decapoda, Penaeidae) on the northern Adriatic coast of Italy. *Rivista Italiana di Acquacoltura*, 35:15-43.
- Lumare F., Scordella G., Sanna A. and Conides A. 2000. Effects of dietary cholesterol content on the growth and survival of *Marsupenaeus japonicus* (Decapoda, Penaeidae) post-larvae fed on compounds diets. *Rivista Italiana di Acquacoltura*, 35:135-144.
- Lumare F., Scordella G. Ciclo biologico accrescimento e riproduzione del gambero peneide *Melicertus kerathurus* nella fascia costiera del basso Adriatico Workshop "Stato della pesca e dinamica di popolazione del gambero mediterraneo *Melicertus kerathurus* in alcune aree della costa adriatica". Lecce 16 marzo 2001.
- Sanna A., Pinna R. 2004 La gambericoltura in Sardegna: Il Pesce n° 6-2004.
- Shrimp News International March 10, 2006 <http://www.shrimpnews.com/FreeNewsFolder/FreeNewsBackIssues/2006BackIssues/FreeNewsMarch200610.htm>.
- Shrimp News International April 07, 2006 <http://www.shrimpnews.com/FreeNewsFolder/FreeNewsBackIssues/2006BackIssues/FreeNewsApril200607.html>.
- Shrimp News International February 02, 2007 <http://www.shrimpnews.com/FreeNewsFolder/FreeNewsBackIssues/2007BackIssues/FreeNewsFeb200702.html>.
- Shrimp News International January 11, 2008 <http://www.shrimpnews.com/FreeNewsFolder/FreeNewsBackIssues/2008BackIssues/FreeNewsJanuary200811.html>.
- Shrimp News International November 20, 2009 <http://www.shrimpnews.com/FreeNewsFolder/FreeNewsBackIssues/2009BackIssues/FreeNewsNovember200920.htm>.
- Shrimp News International September 10, 2010 <http://www.shrimpnews.com/FreeNewsFolder/FreeNewsBackIssues/2010BackIssues/FreeNewsSeptember201010.htm>.
- Shrimp culture in Hellas <http://darwin.bio.uci.edu/~sustain/shrimpecos/Greece.html>.

# QUALITÀ E SICUREZZA DELLE CARNI DI GAMBERO

**Vittorio M. Moretti, Maria Letizia Busetto**

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Veterinarie per la Sicurezza Alimentare – Facoltà di Medicina Veterinaria  
Università degli Studi di Milano, via Trentacoste 2, 20134 Milano; vittorio.moretti@unimi.it

## Sommario

Nella presente ricerca è stata analizzata la composizione centesimale, il contenuto in colesterolo e il profilo in acidi grassi di due specie di gamberi d'acqua dolce, *Macrobrachium rosenbergii* e *Cherax quadricarinatus*, e del *Penaeus kerathurus*, gambero marino, comunemente presenti sul mercato italiano. Benché la composizione chimica e il profilo in acidi grassi delle carni dei gamberi oggetto della ricerca si diversifichino da specie a specie, gli esemplari studiati presentano aspetti nutrizionali caratterizzati da un elevato contenuto in proteine e ridotto tenore in lipidi. Il contenuto elevato di colesterolo risulta essere compensato dalla predominanza di acidi grassi a lunga catena, in particolare quelli della serie gli n-3, nem mpti per i loro effetti benefici sulla salute umana e anche dal basso contenuto in lipidi. L'elevata qualità nutrizionale della carni di gamberi, analizzati nel presente studio, deve comunque essere considerata insieme alla sicurezza d'uso del prodotto, da garantire lungo l'intera filiera di produzione.

**Keywords:** gamberi, composizione centesimale, acidi grassi, colesterolo, qualità, sicurezza.

## Introduzione

I crostacei, tra cui i gamberi, rappresentano un prodotto ittico rinomato e di elevato valore commerciale, presente sempre più spesso sulle tavole dei consumatori. La loro carne ha una composizione simile a quella dei pesci magri con qualche caratteristica peculiare tra cui il sapore dolce. Oltre a un elevato contenuto in proteine, i gamberi si caratterizzano per un basso tenore in lipidi e, all'interno di questi ultimi, un'elevata percentuale di acidi grassi polinsaturi a lunga catena considerati essenziali ai fini della nutrizione umana. Nonostante queste caratteristiche comuni, la loro composizione può variare in ragione di alcuni fattori, primo fra tutti la tipologia di dieta somministrata in allevamento. La dieta, tuttavia, non è l'unico fattore in grado di influenzare il contenuto in nutrienti di questi prodotti. La composizione centesimale, il profilo in acidi grassi e il contenuto in colesterolo dei gamberi è infatti influenzato anche dalla stagione. Se a ciò si aggiunge il fatto che le specie di gamberi, sia selvatiche che allevate, sono diverse, si può ben intuire come la composizione delle loro carni vari anche in ragione della specie stessa di appartenenza degli esemplari e quindi della componente genetica che li caratterizza.

Accanto agli aspetti qualitativi è importante tener presente anche quelli legati alla sicurezza d'uso. Tali prodotti ittici non sempre possiedono caratteristiche qualitative e di sicurezza ineccepibili. Per ridurre o eliminare i rischi legati alla sicurezza d'uso bisogna porre l'attenzione sull'eventuale presenza di patogeni e di sostanze chimiche di origine ambientale quali pesticidi e metalli pesanti, o residui di antibiotici derivanti da non idonee pratiche di allevamento, o di additivi utilizzati in modo non conforme alle prescrizioni di legge.

Nella presente ricerca è stata analizzata la composizione centesimale, il contenuto in colesterolo e il profilo in acidi grassi di due specie di gamberi d'acqua dolce, *Macrobrachium rosenbergii* e *Cherax quadricarinatus*, e del *Penaeus kerathurus*, mazzancolla di origine marina, comunemente presenti sul mercato italiano.



## Materiali e metodi

### Campioni e misurazioni biometriche

Ai fini della ricerca sono stati campionati presso la grande distribuzione organizzata (GDO) sei esemplari pescati di *Macrobrachium rosenbergii* (acqua dolce, Thailandia) e di *Penaeus kerathurus* (acqua marina, Mediterraneo), e sei esemplari di allevamento di *Cherax quadricarinatus* (acqua dolce, Ecuador).

I parametri biometrici sono stati misurati per tutti gli esemplari campionati. In seguito è stata recuperata e pesata al più vicino 0,001 g l'intera quota di muscolo edibile, rimuovendo accuratamente l'esoscheletro chitinoso, la testa e le zampe.

### Analisi della composizione centesimale e del colesterolo totale

La determinazione della composizione chimica centesimale e del colesterolo è stata portata a compimento secondo le metodiche standard (A.O.A.C., 1996).

### Analisi del profilo in acidi grassi

L'estrazione dei lipidi a freddo è stata eseguita secondo la metodica proposta da Bligh & Dyer (1959); la successiva trans-esterificazione degli acidi grassi, invece, è stata portata a compimento in accordo con Christie (1982). Infine, i metil esteri degli acidi grassi sono stati analizzati mediante gas cromatografia capillare.

### Analisi statistica

Tutti i dati sono riportati come media  $\pm$  errore standard (e.s.). È stata confermata l'omogeneità della varianza dei dati e le differenze tra i valori medi sono state valutate usando l'analisi della varianza a una via (ANOVA), accettando come significativi valori di P inferiori a 0.05. Il test di Student-Newman-Keuls è stato in seguito impiegato come post hoc test per comparare le medie.

## Risultati e discussione

I risultati relativi alle misurazioni biometriche sono riportati in tabella 1. I gamberi marini appartenenti alla specie *P. kerathurus* sono risultati essere gli esemplari più lunghi e con un peso totale inferiore alle altre due specie. Anche la resa in parte edibile, data dal rapporto fra il peso del muscolo e il peso totale dell'esemplare, risulta superiore negli esemplari marini rispetto ai gamberi di acqua dolce.

**Tabella 1. Misurazioni biometriche delle tre specie di gamberi oggetto della ricerca.**

	<i>P. kerathurus</i> n = 6	<i>M. rosenbergii</i> n = 6	<i>C. quadricarinatus</i> n = 6
L. totale (cm)	15.4 <sup>b</sup> $\pm$ 0.2	14.9 <sup>b</sup> $\pm$ 0.5	12.1 <sup>a</sup> $\pm$ 0.3
L. carapace (cm)	5.3 <sup>a</sup> $\pm$ 0.1	7.0 <sup>b</sup> $\pm$ 0.3	5.4 <sup>a</sup> $\pm$ 0.2
Peso totale (g)	25.3 <sup>a</sup> $\pm$ 0.9	45.2 <sup>c</sup> $\pm$ 2.6	34.0 <sup>b</sup> $\pm$ 0.8
Peso muscolo edibile (g)	14.0 <sup>bc</sup> $\pm$ 0.3	15.2 <sup>c</sup> $\pm$ 1.1	6.7 <sup>a</sup> $\pm$ 0.4
Resa in parte edibile (%)	55.8 <sup>c</sup> $\pm$ 1.3	33.5 <sup>b</sup> $\pm$ 1.2	19.6 <sup>a</sup> $\pm$ 1.0

I dati sono espressi come media  $\pm$  e.s.; in ogni riga valori con uguale o senza lettera soprascritta non sono statisticamente differenti (P>0.05) tra loro.

Dai risultati relativi alla composizione chimico centesimale (tabella 2) emerge un basso tenore lipidico (0,37%-0,73%). Questi risultati sono in accordo con quanto riportato in altri lavori, sia su crostacei di acqua dolce che marini, in cui il contenuto di lipidi risultava inferiore all'1% (Ngoan et al., 2000). La quantità di lipidi è condizionata da diversi fattori, quali ad esempio la disponibilità di cibo, la maturazione, riproduzione. Nonostante l'influenza di diversi fattori, si può affermare che, in generale, il muscolo dei gamberi è caratterizzato da un basso contenuto di lipidi.

Le carni degli esemplari di *C. quadricarinatus* si caratterizzano inoltre per un contenuto in proteine più elevato. È importante sottolineare che il contenuto proteico nelle varie specie ittiche, compresi i gamberi, è piuttosto stabile e influenzato da fattori genetici.

Il contenuto in colesterolo totale varia da un valore minimo di 177,3 mg/100 g nei gamberi d'acqua dolce della specie *M. rosenbergii* al valore massimo di 194,2 mg/100g nei gamberi appartenenti alla specie *C. quadricarinatus*.

**Tabella 2. Composizione chimica centesimale (% t.q.) della frazione edibile e contenuto totale in colesterolo (mg/100 g) delle tre specie di gambero oggetto della ricerca.**

	<i>P. kerathurus</i> n = 6	<i>M. rosenbergii</i> n = 6	<i>C. quadricarinatus</i> n = 6
Umidità %	79.89 <sup>b</sup> ±0.38	79.27 <sup>b</sup> ±0.34	75.79 <sup>a</sup> ±0.15
Proteine %	17.61 <sup>a</sup> ±0.49	18.43 <sup>a</sup> ±0.49	21.65 <sup>b</sup> ±0.22
Lipidi %	0.50 <sup>ab</sup> ±0.02	0.37 <sup>ab</sup> ±0.06	0.73 <sup>b</sup> ±0.17
Ceneri %	1.07 ±0.09	1.24 ±0.03	1.12 ±0.09
Colesterolo totale (mg/100 g)	183.2 ±19.2	177.3 ±8.8	194.2 ±7.5

Dati espressi come media ± e.s.; in ogni riga valori con uguale o senza lettera soprascritta non sono statisticamente differenti (P>0.05) tra loro.

Questi risultati sono abbastanza simili a quelli di altri studi condotti sulla composizione chimica e sul contenuto in colesterolo di diverse specie di gamberi. In particolare Johnston et al. (1983) riporta valori di colesterolo di 201 mg/100 g per la specie *P. aztecus*; Krzynowek e Panunzio (1989) riportano un contenuto medio di colesterolo di 186 mg/100 g nelle carni di *Pandalus borealis*. Da ciò si evince che i gamberi si caratterizzano per elevati livelli di colesterolo, nonostante ciò dal punto di vista della salute umana l'elevato livello di colesterolo dei gamberi è compensato da un basso contenuto lipidico e dall'elevata presenza di acidi grassi polinsaturi.

Infine in tabella 3 è riportato il profilo in acidi grassi delle carni di gambero analizzate. L'acido palmitico (16:0) risulta l'acido grasso più rappresentato nel muscolo dei campioni analizzati. Fra gli acidi grassi monoinsaturi (MUFA), il più abbondante è l'acido oleico (18:1n-9), con valori superiori nelle due specie di gamberi di acqua dolce. Il contenuto totale di PUFA risulta elevato in tutte e tre le specie analizzate e cioè compreso fra 33,30% e 40%. Gli acidi grassi arachidonico (20:4n-6), eicosapentaenoico (20:5n-3, EPA) e docosaesaenoico (22:6n-3, DHA) sono i più rappresentativi. Oltre all'acido oleico, anche l'acido linoleico (18:2n-6) presenta valori superiori nelle carni di gambero di acqua dolce se comparati con *P. kerathurus*. Questi due acidi grassi sono tipici dell'ambiente di acqua dolce e in particolare delle macrofite acquatiche (Arts et al., 2001), oltre a essere presenti nelle fonti vegetali usate per la preparazione dei mangimi in acquacoltura.

Fra i PUFA della serie n-3, l'EPA e il DHA presentano valori più elevati nei campioni di acqua marina rispetto agli esemplari delle due specie di acqua dolce. Gli acidi grassi della serie n-3 sono considerati tipici delle catene trofiche marine e pertanto maggiormente rappresentati nelle carni di *P. kerathurus*.

Oltre all'aspetto nutrizionale, è importante tener presente anche la sicurezza di questi prodotti ittici. Una delle problematiche più importanti della filiera dei crostacei è quella legata ai contaminanti ambientali e ai residui di farmaci usati in allevamento. Negli ultimi anni è stata riscontrata la presenza di solfiti oltre il livello massimo consentito dalla legge in gamberi congelati provenienti dalla Cina o nitrofurani in gamberi provenienti da Cina, Thailandia e India o presenza di residui di cloramfenicolo in gamberetti importati sia dalla Cina che dal Vietnam. L'uso estensivo di antibiotici in acquacoltura può contribuire a sviluppare antibiotico resistenza ai patogeni. Non ci sono molte notizie relative ai loro effetti tossicologici sull'ambiente e sugli organismi in generale, ma negli ultimi anni alcuni studi hanno dimostrato che diversi antibiotici possono essere tossici anche per gli organismi acquatici (Halling-Sorensen et al., 2000). In uno studio condotto nel 2002, Holmstrom et al. hanno valutato l'uso di antibiotici negli allevamenti di gamberi della Thailandia, il più grosso produttore di gamberi allevati. Dal loro studio è emerso che su 76 allevamenti analizzati, circa il 74% degli allevatori di gamberi fa uso di antibiotici per il management degli stagni. Fra gli antibiotici, i più utilizzati risultavano essere: norfloxacina, ossitetraciclina, enrofloxacin e diversi sulfonamidi. Sempre dallo studio è risultato che circa il 27% degli allevatori fa un uso non corretto degli antibiotici per prevenire o trattare le malattie virali. Il bioaccumulo e gli effetti tossici degli antibiotici sono altri due aspetti importanti da considerare nell'allevamento dei gamberi. Gli antibiotici, infatti, possono rimanere nel sedimento degli stagni di allevamento per mesi e questo perché alcuni antibiotici possono persistere a lungo nell'ambiente acquatico.

**Tabella 3. Acidi grassi (% sul totale di acidi grassi) del muscolo delle tre specie di gambero oggetto della ricerca.**

	<i>P. kerathurus</i> n = 6	<i>M. rosenbergii</i> n = 6	<i>C. quadricarinatus</i> n = 6
C14:0	1.08 <sup>a</sup> ±0.01	1.29 <sup>b</sup> ±0.01	2.07 <sup>c</sup> ±0.06
C15:0	1.38 <sup>c</sup> ±0.02	0.45 <sup>a</sup> ±0.02	0.56 <sup>b</sup> ±0.01
C16:0	18.74 <sup>a</sup> ±0.12	22.25 <sup>b</sup> ±0.24	18.47 <sup>a</sup> ±0.07
C16:1	4.95 <sup>b</sup> ±0.12	1.76 <sup>a</sup> ±0.09	5.91 <sup>c</sup> ±0.02
C17:0	3.47 <sup>c</sup> ±0.07	1.08 <sup>a</sup> ±0.10	1.42 <sup>b</sup> ±0.02
C17:1	1.3 ±0.02	n.d.	0.66 ±0.01
C18:0	14.25 <sup>b</sup> ±0.46	13.52 <sup>b</sup> ±0.35	10.55 <sup>a</sup> ±0.38
C18:1n-9	10.05 <sup>a</sup> ±0.12	19.36 <sup>c</sup> ±0.47	17.97 <sup>b</sup> ±0.14
C18:1n-7	3.72 <sup>b</sup> ±0.12	3.10 <sup>a</sup> ±0.17	4.77 <sup>c</sup> ±0.04
C18:2n-6	2.26 <sup>a</sup> ±0.01	10.38 <sup>c</sup> ±0.23	7.16 <sup>b</sup> ±0.45
C18:3n-6	n.d.	n.d.	1.02 ±0.01
C18:3n-3	n.d.	2.32 ±0.25	3.63 ±0.03
C18:4n-3	n.d.	n.d.	0.36 ±0.01
C20:0	n.d.	1.42 ±0.02	2.2 ±0.10
C20:1n-9	n.d.	n.d.	0.48 ±0.01
C20:2n-6	n.d.	0.55 ±0.01	0.68 ±0.02
C20:4n-6	9.29 <sup>c</sup> ±0.07	5.05 <sup>b</sup> ±0.09	4.54 <sup>a</sup> ±0.07
C20:5n-3	13.87 <sup>c</sup> ±0.05	9.73 <sup>a</sup> ±0.06	12.62 <sup>b</sup> ±0.57
C22:0	n.d.	0.75 <sup>a</sup> ±0.06	1.37 <sup>b</sup> ±0.07
C22:1n-9	n.d.	n.d.	n.d.
C22:4n-6	1.67 ±0.12	1.36 ±0.14	0.76 ±0.12
C24:0	1.59 <sup>b</sup> ±0.04	0.79 <sup>a</sup> ±0.06	0.78 <sup>a</sup> ±0.12
C22:5n-3	1.79 <sup>c</sup> ±0.02	0.81 <sup>a</sup> ±0.01	0.94 <sup>b</sup> ±0.01
C22:6n-3	11.68 <sup>c</sup> ±0.32	4.82 <sup>b</sup> ±0.18	2.15 <sup>a</sup> ±0.05
SFA	39.97 <sup>b</sup> ±0.24	41.17 <sup>b</sup> ±0.69	36.94 <sup>a</sup> ±0.36
MUFA	20.03 <sup>a</sup> ±0.13	24.22 <sup>b</sup> ±0.73	29.76 <sup>c</sup> ±0.20
PUFA	40.00 <sup>c</sup> ±0.28	34.61 <sup>b</sup> ±0.07	33.30 <sup>a</sup> ±0.18
n-3	27.34 <sup>c</sup> ±0.31	17.27 <sup>a</sup> ±0.22	19.65 <sup>b</sup> ±0.47
n-6	12.65 <sup>a</sup> ±0.51	17.34 <sup>b</sup> ±0.27	13.65 <sup>c</sup> ±0.63
n-3/n-6	2.18 <sup>b</sup> ±0.12	1.00 <sup>a</sup> ±0.03	1.45 <sup>a</sup> ±0.10

Dati espressi come media ± e.s.; in ogni riga valori con uguale o senza lettera soprascritta non sono statisticamente differenti ( $P > 0.05$ ) tra loro.

## Conclusioni

Le carni dei gamberi, sia marini che d'acqua dolce, rappresentano un'ottima fonte alimentare in virtù delle loro caratteristiche nutrizionali. In relazione alla salute umana, l'elevato contenuto di colesterolo è compensato da un basso contenuto di lipidi totali e dalla predominanza dei PUFA, in particolare quelli della serie gli n-3. Indagini scientifiche hanno messo in evidenza come il consumo di acidi della serie n-3, in particolar modo l'EPA e il DHA, contribuisca a ridurre il rischio di numerose malattie nell'uomo, quali disturbi di sviluppo cerebrale e della retina, disfunzioni neurologiche, processi infiammatori, disordini auto-immunitari e malattie cardio-vascolari. Per rendere più competitivo questo prodotto ittico, è necessario puntare sulla sua caratterizzazione e valorizzazione, migliorandone sia gli aspetti qualitativi che quelli legati alla sicurezza d'uso. Ciò significa garantire la qualità e la sicurezza dei gamberi lungo l'intera filiera di produzione, mettendo in atto una serie di pratiche tra cui le corrette pratiche di acquacoltura, le corrette pratiche di igiene, l'HACCP, la tracciabilità del prodotto nonché il mantenimento della catena del freddo.

## Bibliografia

- AOAC, 1996. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA (USA).
- Arts M.T., Ackman R.G. & Holub J., 2001. Essential fatty acids in aquatic ecosystems: a crucial link between diet and human health and evolution. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58: 122-137.
- Bligh E.G. & Dyer W.Y., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37: 911-917.
- Bragagnolo M. & Rodriguez-Amaya D.B., 2001. Total lipid, cholesterol and fatty acids of farmed freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) and wild marine shrimps (*Penaeus brasiliensis*, *Penaeus schimitti*, *Xiphopenaeus kroyeri*). *Journal of Food Composition and Analysis*, 14: 359-369.
- Christie W., 1982. *Lipid Analysis. Isolation, separation, identification and structural analysis of lipids*. Pergamon Press, Oxford, UK.1982.
- Halling-Sorensen B., 2000. Algal toxicity of antibacterial agents used in intensive farming. *Chemosphere*, 40: 731-739.
- Holmstrom K., Graslund S., Wahlstrom A., Pongshompoo S., Bengtsson B.E. & Kautsky N., 2003. Antibiotic use in shrimp farming and implications for environmental impacts and human health. *International Journal of Food Science and Technology*, 38: 255-266.
- Johnston J.J., Ghanbari H.A., Wheeler W.B. & Kirk J.R., 1983. Characterization of shrimp lipids. *Journal of food science*, 48: 33-35.
- Krzynowek J. & Panunzio L.J., 1989. Cholesterol and fatty acids in several species of shrimp. *Journal of Food Science*, 54: 451-452.
- Ngoan L.D., Lindberg J.E., Ogle B. & Thomke S., 2000. Anatomical proportions and chemical and amino acid composition of common shrimp species in Central Vietnam., 13: 1422-1428.

# STRESS E IMMUNITÀ NEI GAMBERI ALLEVATI

**Mirella Vazzana, Nicolò Parrinello**

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo (Italia),  
Via Archirafi 18, 90123 Palermo - vazmir@unipa.it

## Introduzione

L'incremento della gambericoltura ha generato la necessità di conoscere meglio le cellule, le molecole e le vie del sistema immunitario al fine di prevenire o controllare le malattie trasmissibili negli stock di animali. Le esplosioni epidemiche causate principalmente da virus e batteri possono comportare perdite anche fino al 100% (Johnson, 1989; Lightner *et al.*, 1992; Lightner and Redman, 1998). Fino all'inizio degli anni novanta pochi studi hanno riguardato i gamberi, inoltre, le informazioni disponibili tendevano ad essere descrittive. L'impatto che le epidemie hanno avuto sulla produzione ha generato interesse verso il sistema immunitario dei gamberi. La prevenzione ed il trattamento di focolai di malattia sono stati prevalentemente realizzati con l'uso degli antibiotici. Tuttavia, oltre ai costi elevati, l'uso continuo di antibiotici si traduce in rischio ambientale, anche per la selezione di batteri resistenti presenti nell'ambiente e danno potenziale per la salute umana. Inoltre, non va sottovalutato l'effetto negativo sulla biodiversità. Recentemente è stato riportato (Dorts *et al.*, 2009) che l'endosulfan e il deltamethrin pesticidi comunemente usati in gambericoltura provocano stress ossidativi in *Penaeus monodon*, lo stesso è stato visto con l'enrofloxacin uno degli antibiotici più usati in gambericoltura (Tu *et al.*, 2008).

In molte situazioni di allevamento, sia l'ambiente sia l'ospite possono deviare dalle condizioni di omeostasi. Agenti stressanti come la selezione degli stock, la scarsa qualità dell'acqua, l'inquinamento, la nutrizione inadeguata, il sovraffollamento, l'ipossia, il trasporto, la manipolazione sono spesso determinanti per l'insorgenza della malattia.

## I fattori di stress modulano la funzione immunitaria

Nei vertebrati la risposta allo stress provoca una cascata di cambiamenti ormonali che porta alla produzione di cortisolo. Questi ormoni surrenali hanno diversi effetti, compresa la conversione del glicogeno a glucosio (risposta del tipo "combatti o fuggi"), ed il livello plasmatico di glucocorticoidi (GCs) è stato usato come indicatore dello stato di benessere degli animali (Bateson and Bradshaw, 1997; Jongman *et al.*, 2005). I GCs influenzano le cellule dell'immunità innata come i monociti/macrofagi, i neutrofilo e le cellule NK (Schmidt *et al.*, 1999), *down-regolano* i mediatori proinfiammatori secreti dai monociti (Joyce *et al.*, 1997; Breuninger *et al.*, 1993) ed inibiscono l'adesione, la chemiotassi, la fagocitosi e l'attività citotossica (McGillen and Phair, 1979; Roth and Kaeberle, 1981; McEwen *et al.*, 1997; Rogers *et al.*, 1999). Inoltre nei mammiferi l'esposizione *in vivo* o *in vitro* ai GCs, diminuisce la capacità battericida e fungicida (Rinehart *et al.*, 1975), la produzione di citochine, e l'attività tumoricida (Hogan and Vogel, 1988; Keil *et al.*, 1995) dei macrofagi. Nei pesci, il principale ormone glucocorticoido è il cortisolo ed esso modula le risposte immunitarie sia indirettamente (Vazzana *et al.*, 2002) sia direttamente attraverso un recettore citoplasmatico (Vizzini *et al.*, 2007; Vazzana *et al.*, 2010).

L'ormone iperglicemico dei crostacei (cHH) ha effetti sostanzialmente simili a quelli del cortisolo (Elwood *et al.*, 2009). L'effetto principale è di elevare i livelli di glucosio e lattato nell'emolinfa attraverso la mobilitazione della riserva intracellulare di glicogeno, ed il livello di cHH può essere usato come un indicatore di stress (Stentiford *et al.*, 2001).

Il neuropeptide cHH è sintetizzato nell'organo "X" e rilasciato dalla ghiandola del seno, entrambi localizzati nel peduncolo oculare. Accanto alle funzioni esercitate nel controllo del metabolismo e della riproduzione, il cHH è coinvolto nelle risposte a numerosi agenti stressanti ambientali, quali l'ipossia o i metalli pesanti (Chang *et al.*, 2006; Lorenzon, 2005). Condizioni ambientali sfavorevoli inducono un aumento della glicemia come effetto dell'aumento del livello di cHH emolinfatico. Tale livello segue un ritmo circadiano con un livello basale diurno che aumenta durante le ore notturne (Kallen *et al.*, 1990). La secrezione del cHH nell'emolinfa avviene in pochi minuti dopo un evento stressante (Chung e Webster, 2005).

La risposta immunitaria innata nei gamberi comprende meccanismi cellulari e umorali (Tincu e Taylor, 2004). Le risposte cellulari, di cui sono responsabili primari gli emociti, includono la fagocitosi, formazione di noduli, e l'incapsulazione, mentre le risposte umorali sono effettuate da tre meccanismi principali: cascata della profenolossidasi (proPO), coagulazione, e rilascio nella emolinfa di peptidi antimicrobici. L'attivazione della risposta umorale nei gamberi inizia con il riconoscimento di componenti della parete batterica da parte di proteine di riconoscimento che provocano il rilascio di peptidi antimicrobici e attivano la cascata proPO.

Qualsiasi tipo di variabile ambientale innalza da una parte il livello di cHH e dall'altra interferisce con il sistema immunitario sia cellulare sia umorale (Lorenzon, 2005). Il rilascio di cHH è regolato da altri mediatori come la serotonina, la dopamina ed anche gli emociti sembrano coinvolti in questa regolazione. Secondo Lorenzon (2005) queste cellule rilasciano mediatori in grado di regolare la concentrazione del cHH nell'emolinfa mentre mancano dati sull'azione diretta del cHH sugli immunociti paragonabile al meccanismo di azione del cortisolo sui leucociti nei pesci.

Nei gamberi i fattori ambientali più frequentemente saggati sono la salinità, la temperatura, i composti azotati, la manipolazione, il pH e l'ipossia. Nella maggior parte degli studi l'immunità innata è stata valutata mediante la conta totale degli emociti, l'attività fenolossidasi e la fagocitosi, che di solito decrementano indipendentemente dalla tipologia del fattore stressante. Diversi studi condotti con agenti patogeni, come ad esempio WSSV o *V. alginolyticus* (Joseph e Philip, 2007; Hsu e Chen, 2007), mostrano che la mortalità è generalmente più elevata in animali stressati ed è riconducibile alla funzionalità del sistema immunitario.

### **Possiamo stimolare le difese immunitarie innate**

Gli invertebrati non producono linfociti e/o anticorpi specifici e, di conseguenza, non possiedono un sistema immunitario adattativo come i vertebrati. Il sistema di difesa degli invertebrati è basato sull'immunità innata che esclude la possibilità di vaccinazione. Tuttavia i fattori dell'immunità innata sono inducibili. Diversi lavori sono stati pubblicati in merito agli esperimenti per migliorare i meccanismi di difesa degli invertebrati (Schapiro *et al.*, 1974; Stewart e Zwicker, 1974; Itami and Takahashi, 1991; Sung *et al.*, 1991; Teunissen *et al.*, 1998; Alabi, 1999; Vici *et al.*, 2000). Nella maggior parte degli studi, come stimolante sono state utilizzate cellule uccise (*Vibrio*), glucani di lievito o elementi derivati o una combinazione di queste due componenti, che sono ampiamente applicati anche nell'allevamento di pesci (Sakai, 1999). Il potenziamento del sistema di difesa più fattibile nella gambericoltura è per via orale, e stimolanti sono stati spesso incorporati in *Artemia*.

Di recente è stata individuata la possibilità di usare anche i peptidi antimicrobici (PAM) come additivi al cibo per aumentare l'immunità dei gamberi. Infatti essi oltre che per la loro funzione antimicrobica possono agire come mediatori dell'infiammazione influenzando diversi processi come la proliferazione cellulare, la rimarginazione delle ferite, il rilascio di citochine e l'induzione immunitaria (Zaiou, 2007). Inoltre i geni che codificano questi PAM rappresentano buoni candidati per il miglioramento genetico finalizzato alla resistenza.

### **Peptidi e proteine antibatteriche**

I peptidi antimicrobici sono piccole molecole (spesso meno di 10 kDa o comprendenti meno di 100 aminoacidi) inducibili che uccidono i batteri e, talvolta, altri microrganismi. Sono spesso i prodotti di singoli geni e di cellule circolanti o che rivestono la superficie della mucosa. Sono stati identificati diverse centinaia di PAM e sono generalmente ritenuti come i primi effettori della difesa interna che agiscono da antibiotici naturali. La loro piccola dimensione li rende in grado di diffondere rapidamente nei siti di infezione, economici da sintetizzare e relativamente resistenti alla denaturazione. Queste caratteristiche li rendono interessanti per lo sfruttamento biotecnologico come biofarmaci nuovi. Nei crostacei il primo AMP ad essere riportato in letteratura è stato un peptide 6,5 kDa ricco di prolina presente negli emociti del granchio *Carcinus maenas* (Schnapp *et al.*, 1996). Da allora oltre 60 AMPs sono stati descritti nei gamberi. Essi comprendono una gamma di molecole e i tre gruppi principali sono le peneidine, le crustine ed i fattori antilipopolisaccaridi (ALFs). Le Peneidine sono espresse costitutivamente dagli emociti e sono caratterizzate da un dominio amino-terminale ricco di prolina- e uno carbossi-terminale ricco di cisteina. Il dominio carbossilico contiene 6 cisteine che formano una struttura a spirale con una  $\alpha$ -elica e due foglietti  $\beta$  (Yang *et al.*, 2003). Il dominio N-terminale dispone di una lunga 'coda' (Yang *et al.*, 2003) che aiuta il legame con i batteri (Bachère *et al.*, 2004). Le proteine sono sintetizzate con una breve sequenza segnale, che è composta da circa 19-21 aminoacidi. Il *cleavage* di questa regione rende le proteine mature (attive) e vengono liberate come un prodotto di secrezione dai granuli degli emociti (Muñoz *et al.*, 2002). Circa un terzo dei granuli sembrano esprimere le peneidine.



Le peneidine sono agenti molto potenti verso i microrganismi (Destoumieux *et al.*, 1997). Essi attaccano principalmente batteri Gram-positivi, ma possono anche uccidere i batteri Gram negativi e i funghi, secondo un meccanismo descritto da Shai (1999) e Huang (2000). Sono effettori chiave della difesa e sono espressi in tutte le fasi della vita (Chiou *et al.*, 2007). L'amidazione post-traduzionali del C-terminale sembra essere essenziale per l'attività antibatterica, ma non per l'attività antifungina (Bachère *et al.*, 2004). Invece le proprietà antifungine delle peneidine sembra essere dovuto alla capacità di queste di legare la chitina, probabilmente attraverso il dominio C-terminale (Destoumieux *et al.*, 2000). Sono state identificate e descritte 5 peneidine che differiscono nella sequenza e variano leggermente nella massa molecolare, ma tutti mantengono la stessa struttura di base, gli stessi domini e le stesse attività biologiche. All'interno di ciascuno di questi tipi ci sono varianti (isoforme) con un piccolo numero di sostituzioni di aminoacidi. È stato proposto un sistema unificato di classificazione e denominazione (Penbase) (Gueguen *et al.*, 2006; <http://www.penbase.immunaqua.com>).

Nei crostacei sono state descritte anche le crustine. Sono peptidi cationici, in possesso di una sequenza segnale e un dominio ricco di cisteina all'estremità carbossi-terminale. Tuttavia, diversamente dalle peneidine, sono di circa 7-14 kDa e mancano di una coda ricca in prolina. Inoltre, le crustine sono attive principalmente contro i batteri Gram-positivi (Smith *et al.*, 2008) e sembrano anche avere proprietà inibitorie delle proteasi (Amparyup *et al.*, 2008). Hanno una moderata potenza antibatterica, almeno rispetto alle peneidine (Supungul *et al.*, 2008; Zhang *et al.*, 2007a, b).

Le crustine oltre che nei gamberi, sono presenti anche in granchi e aragoste (Smith *et al.*, 2008). Il dominio C-terminale è tipicamente di otto residui di cisteina disposti in modo conservato a formare una spirale stretta. Questa disposizione dei residui di cisteina è anche conosciuta come un nucleo di quattro disolfuro (4DSC). In tutte le specie, le crustine sono espresse dagli emociti circolanti e sono generalmente espresse costitutivamente a livelli molto elevati (Smith *et al.*, 2008). Uno studio molto recente di Shockey *et al.*, (2009), ha dimostrato che il silenziamento dell'RNAi (RNA interference) del gene crustina di tipo II in *P. vannamei* determina una mortalità del 100% dei gamberi infettati con *Vibrio penaeicida*. Chiaramente le crustine contribuiscono in modo significativo alla difesa dell'ospite, ma poiché raramente uccidono direttamente i batteri Gram-negativi, è probabile che essi agiscano in altri modi, magari come inibitori di serin-proteasi.

Il fattore antilipopolisaccaride (ALF) è un piccola proteina originariamente isolata da emociti del granchio, *L. polyphemus* (LALF) e di *Tachypleus tridentatus* (TALF) (Tanaka *et al.*, 1982.; Aketagawa *et al.*, 1986). LALF si lega e neutralizza LPS ed esibisce un effetto antibatterico sulla crescita del batterio gram-negativo *Salmonella minnesota* ma non sul Gram-positivo *S. aureus* (Morita *et al.*, 1985). Dopo questa scoperta varie proteine leganti i lipopolisaccaridi hanno suscitato grande interesse come agenti terapeutici candidati per la gestione degli shock settici (Vallespi *et al.*, 2000).

## I peptidi antimicrobici: una nuova frontiera per il controllo delle infezioni microbiche

I peptidi antimicrobici potrebbero rappresentare una buona alternativa terapeutica per il trattamento delle malattie in acquacoltura. Sono molecole naturali con un ampio spettro di attività contro una vasta gamma di microrganismi, sono facili da produrre, e sono meno inclini a indurre resistenza. Alcuni peptidi antimicrobici sono già in uso clinico e commerciale (Reddy *et al.*, 2004), ma il loro ruolo per il controllo delle malattie nel settore dell'acquacoltura deve ancora essere dimostrato anche perché mancano linee cellulari di gamberi. Un'indicazione proviene dall'ALF che può interferire con la replicazione del virus responsabile della *white spot syndrome* (Liu *et al.*, 2006). Inoltre si è visto che AMPs di gamberi, LitvanPen3 e ALFPm3, hanno attività antivirale contro l'*herpes simplex* di tipo 1, l'adenovirus umano respiratorio ed il rotavirus SA11 (Carriel-al Gomes *et al.*, 2007).

Oltre alla loro diretta funzione antimicrobica, gli AMPs svolgono anche il ruolo di mediatori dell'infiammazione influenzando processi diversi, come la proliferazione cellulare, la guarigione delle ferite, il rilascio di citochine ed induzione immunitaria (Zaiou, 2007). L'applicazione di AMPs come additivo alimentare per aumentare l'immunità del gambero è una strategia alternativa per combattere le infezioni microbiche. Evidentemente, i geni che codificano questi amplificatori rappresentano buoni candidati per il miglioramento genetico di gamberi, per la resistenza allo stress ed a gravi agenti patogeni.

## Conclusioni

I crostacei sono sotto l'influenza di numerosi fattori ambientali. In primo luogo, i cambiamenti dell'ambiente naturale secondo ritmi giornalieri o stagionali che gli organismi subiscono. Lo stress ambientale da inquinanti sembra essere un fattore determinante per la comparsa della malattia. I crostacei ed i gamberi allevati in

particolare sono soggetti a variazioni climatiche e stress causato da pratiche di allevamento che incidono sulla qualità fisico-chimica delle acque influenzando il metabolismo, la crescita, la muta, la sopravvivenza ed il sistema immunitario. Finora, ci sono pochi studi che collegano l'immuno-resistenza alla sensibilità dell'organismo ad agenti patogeni, soprattutto a causa della mancanza di modelli sperimentali di infezione.

In tale contesto, particolare rilievo assume la sperimentazione sui peptidi antimicrobici e la loro modulazione. L'attività ad ampio spettro di queste molecole e la loro indicibilità aprono prospettive di grande interesse per interventi innovativi in gambericoltura.

## Referenze

- Aketagawa J., Miyata T., Ohtsubo S., Nakamura T., Morita T., Hayashida H., Miyata T., Iwanaga S., Takao T. & Shimonishi Y., 1986. Primary structure of limulus anticoagulant anti-lipopolysaccharide factor. *Journal of Biological Chemistry*, 261: 7357-7365.
- Alabi A.O., Jones D.A. & Latchford J.W., 1999. The efficacy of immersion as opposed to oral vaccination of *Penaeus indicus* larvae against *Vibrio harveyi*. *Aquaculture*, 178: 1-11.
- Amparyup P., Kondo H., Hirono I., Aoki T. & Tassanakajon A., 2008. Molecular cloning, genomic organization and recombinant expression of a crustin-like antimicrobial peptide from black tiger shrimp *Penaeus monodon*. *Molecular Immunology*, 45: 1085-1093.
- Bachère E., Gueguen Y., Gonzalez M., de Lorgeril J., Garnier J. & Romestand B., 2004. Insights into the antimicrobial defense of marine invertebrates: the penaeid shrimps and the oyster *Crassostrea gigas*. *Immunology Reviews*, 198: 149-168.
- Bateson P. & Bradshaw E.L., 1997. Physiological effects of hunting red deer (*Cervus elaphus*), *Proceedings of the Royal Society B*, 264: 1707-1714.
- Breuninger L.M., Dempsey W.L., Uhl J. & Murasko D.M., 1993. Hydrocortisone regulation of interleukin-6 protein production by a purified population of human peripheral blood monocytes, *Clinical Immunology and Immunopathology*, 69: 205-214.
- Carriel-Gomes M.C., Kratz J.M., Barracco M.A., Bachere E., Barardi C.R. & Simoes C.M., 2007. *In vitro* antiviral activity of antimicrobial peptides against herpes simplex virus 1, adenovirus, and rotavirus. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 102: 469-472.
- Chang C.C., Lee P.P., Liu C.H. & Cheng W., 2006. Trichlorfon, an organophosphorus insecticide, depresses the immune responses and resistance to *Lactococcus garvieae* of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Fish & Shellfish Immunology*, 20: 574-585.
- Chiou T.T., Lu J.K., Wu J.L., Chen T.T., Ko C.F. & Chen J.C., 2007. Expression and characterisation of tiger shrimp *Penaeus monodon* penaeidin (mo-penaeidin) in various tissues, during early embryonic development and moulting stages. *Developmental and Comparative Immunology*, 31: 132-142.
- Chung J.S. & Webster S.G., 2005. Dynamics of *in vivo* release of molt-inhibiting hormone and crustacean hyperglycemic hormone in the shore crab, *Carcinus maenas*. *Endocrinology*, 146: 5545-5551.
- Destoumieux D., Bulet P., Loew D., VanDorselaer A., Rodriguez J. & Bachere E., 1997. Penaeidins, a new family of antimicrobial peptides isolated from the shrimp *Penaeus vannamei* (decapoda). *Journal of Biological Chemistry*, 272: 28398-28406.
- Destoumieux D., Munoz M., Cosseau C., Rodriguez J., Bulet P., Comps M. & Bachere E., 2000. Penaeidins, antimicrobial peptides with chitin-binding activity, are produced and stored in shrimp granulocytes and released after microbial challenge. *Journal of Cell Science*, 113: 461-469.
- Dorts J., Silvestre F., Thi Tua H., Tyberghein A.E., Thanh Phuong N. & Kestemont P., 2009. Oxidative stress, protein carbonylation and heat shock proteins in the black tiger shrimp, *Penaeus monodon*, following exposure to endosulfan and deltamethrin. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 28: 302-310.
- Elwood R.W., Barr S. & Patterson L., 2009. Pain and stress in crustaceans? *Applied Animal Behaviour Science*, 118: 128-136.

- Gueguen Y., Garnier J., Robert L., Lefranc M.P., Mougnot I., De Lorgeril J., Janech M., Gross P.S., Warr G.W., Cuthbertson B., Barracco M.A., Bulet P., Aumelas A., Yang Y.S., Bo D., Xiang J.h., Tassanakajon A., Piquemal D. & Bachère E., 2006. Penbase, the shrimp antimicrobial peptide penaeidin database: Sequence-based classification and recommended nomenclature. *Developmental and Comparative Immunology*, 30: 283-288.
- Hogan M., & Vogel S.N., 1988. Production of tumor necrosis factor by rIFN-gamma-primed C3H/HeJ (Lpsd) macrophages requires the presence of lipid A-associated proteins. *Journal of Immunology*, 141: 4196-4202.
- Hsu S.W. & Chen J.C., 2007. The immune response of white shrimp *Penaeus vannamei* and its susceptibility to *Vibrio alginolyticus* under sulfide stress. *Aquaculture*, 271: 61-69.
- Huang H.W., 2000. Action of antimicrobial peptides: two-state model. *Biochemistry*, 39: 8347-8352.
- Itami T. & Takahashi Y., 1991. Survival of larval giant tiger prawns *Penaeus monodon* after addition of killed *Vibrio* cells to a microencapsulated diet. *Journal of Aquatic Animal Health*, 3: 151-152.
- Johnson S.K., 1989. Handbook of Shrimp Diseases. Sea Grant, Texas A & M University, 27 pp.
- Jongman E.C., Bidstrup I. & Hemsworth P.H., 2005. Behavioural and physiological measures of welfare of pregnant mare fitted with a novel urine collection device. *Applied of Animal. Behaviour Science*, 93: 147-163.
- Joseph A. & Philip R., 2007. Acute salinity stress alters the haemolymph metabolic profile of *Penaeus monodon* and reduces immunocompetence to white spot syndrome virus infection *Aquaculture*, 272: 87-97.
- Joyce D.A., Steer J.H. & Abraham L.J., 1997. Glucocorticoid modulation of human monocyte/macrophage function: control of TNF- $\alpha$  secretion. *Inflammation Research*, 46: 447-451.
- Kallen J.L., Abrahamse S.L. & Van Herp F., 1990. Circadian Rhythmicity of the Crustacean Hyperglycemic Hormone (CHH) in the Hemolymph of the Crayfish. *The Biological Bulletin*, 179: 351-357.
- Keil D.E., Luebke R.W. & Pruett S.B., 1995. Differences in the effects of dexamethasone on macrophage nitrite production: dependence on exposure regimen (*in vivo* or *in vitro*) and activation stimuli, *International Journal of Immunopharmacology*, 17: 157-166.
- Lightner D.V. & Redman R.M., 1998. Shrimp diseases and current diagnostic methods. *Aquaculture*, 164: 201-220.
- Lightner D.V., Bell T.A., Redman R.M., Mohny L.L., Natividad J.M., Rukyani A. & Poernomo A., 1992. A review of some major diseases of economic significance in penaeid prawns/shrimps of the Americas and Indopacific. In: Shariff M., Subasinghe R. P. and Arthur J. R. (editors). Diseases in Asian Aquaculture I. Fish Health section, Asian Fisheries Society, Manila, pp. 57-80.
- Liu H., Jiravanichpaisal P., Söderhäll I., Cerenius L. & Söderhäll K., 2006. Anti-lipopolysaccharide factor interferes with white spot syndrome virus replication *in vitro* and *in vivo* in the crayfish *Pacifastacus leniusculus*. *Journal of Virology*, 80: 10365-10371.
- Lorenzon S., 2005. Hyperglycemic stress response in Crustacea. *Invertebrate Survival Journal*, 2: 132-141.
- McEwen C.D., Conrad Y., Kuroda M., Frankfurt A.M., Magarinos & McKittrick C., 1997. Prevention of stress-induced morphological and cognitive consequences. *European Neuropsychopharmacology*, 7: S323-S328 Review.
- McGillen & J. Phair, 1979. Polymorphonuclear leukocyte adherence to nylon: effect of oral corticosteroids, *Infection and Immunity*, 26: 542-546.
- Morita T., Ohtsubo S., Nakamura T., Tanaka S., Iwanaga S., Ohashi K., & Niwa M., 1985. Isolation and biological activities of limulus anticoagulant (anti-LPS factor) which interacts with lipopolysaccharide (LPS). *Journal of Biochemistry* (Tokyo), 97: 1611-1620.
- Munõz M., Vandenbulcke F., Saulnier D. & Bachère E., 2002. Expression and distribution of penaeidin antimicrobial peptides are regulated by haemocyte reactions in microbial challenged shrimps. *European Journal of Biochemistry*, 269: 2678-2689.
- Reddy K.V.R., Yedery R.D. & Aranha C., 2004. Antimicrobial peptides: Premises and promises. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 24: 536-547.

- Rinehart J.J., Sagone A.L., Balcerzak S.P., Ackerman G.A. & LoBuglio A.F., 1975. Effects of corticosteroid therapy on human monocyte function. *The New England Journal of Medicine* 292: 236-241.
- Rogers I.T., Holder D.J., McPherson H.E., Acker W.R., Brown E.G., Washington M.V., Motzel S.L. & Klein H.J., 1999. Influence of blood collection sites on plasma glucose and insulin concentration in conscious C57BL/6 mice. *Contemporary Topics in Laboratory Animal Science*, 38: 25-28.
- Roth J.A. & Kaeberle M.L., 1981. Effects of *in vivo* dexamethasone administration on *in vitro* bovine polymorphonuclear leukocyte function. *Infection and Immunity*, 33: 434-441.
- Sakai M., 1999. Current status of fish immunostimulants. *Aquaculture*, 172: 63-92.
- Schapiro H.C., Mathewson J.H., Steenbergen J.F., Kellogg S., Ingram C., Nierengarten G. & Rabin H., 1974. Gaffkemia in the Californian spiny lobster, *Panulirus interruptus*: infection and immunization. *Aquaculture*, 3: 403-408.
- Schmidt M., Pauels H.G., Lugerling N., Lugerling A., Domschke W. & Kucharzik T., 1999. Glucocorticoids induce apoptosis in human monocytes: potential role of IL-1 $\beta$ . *Journal of Immunology*, 163: 3484-3490.
- Schnapp D., Kemp G.D. & Smith V.J., 1996. Purification and characterization of a proline-rich antibacterial peptide, with sequence similarity to bactenecin 7, from the haemocytes of the shore crab, *Carcinus maenas*. *European Journal of Biochemistry*, 240: 532-539.
- Shai Y., 1999. Mechanism of the binding, insertion and destabilization of phospholipid bilayer membranes by alpha-helical antimicrobial and cell non-selective membrane-lytic peptides. *Biochimica Biophysica Acta*, 1462: 55-70.
- Shockey J.E., O'Leary N.A., de la Vega E., Browdy C.L., Baatz J.E. & Gross P.S., 2009. The role of crustins in *Litopenaeus vannamei* in response to infection with shrimp pathogens: an *in vivo* approach. *Developmental Comparative Immunology*, 33: 668-673.
- Smith V.J., Fernandes J.M.O., Kemp G.D. & Hauton C., 2008. Crustins: enigmatic WaP domain-containing antibacterial proteins from crustaceans. *Developmental and Comparative Immunology*, 32: 758-772.
- Stentiford G.D., Chang E.S., Chang S.A. & Neil D.M., 2001. Carbohydrate Dynamics and the Crustacean Hyperglycemic Hormone (CHH): Effects of Parasitic Infection in Norway Lobsters (*Nephrops norvegicus*). *General and Comparative Endocrinology*, 121: 13-22.
- Stewart J.E. & Zwicker B.M., 1974. Comparison of various vaccines for inducing resistance in the lobster, *Homarus americanus* to the bacterial infection, Gaffkemia. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 31: 1887-1892.
- Sung H.H., Song Y.L. & Kou G.H., 1991. Potential use of bacterin to prevent shrimp vibriosis. *Fish & Shellfish Immunology*, 1: 311-312.
- Supungul P., Tang S., Maneeruttanarungroj C., Rimphanitchayakit V., Hirono I., Aoki T. & Tassanakajon A., 2008. Cloning, expression and antimicrobial activity of crustinPm1, a major isoform of crustin, from the black tiger shrimp *Penaeus monodon*. *Developmental and Comparative Immunology*, 32: 61-70.
- Tanaka S., Nakamura T., Morita T. & Iwanaga S., 1982. Limulus anti-LPS factor: an anticoagulant which inhibits the endotoxin mediated activation of limulus coagulation system. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 105: 717-723.
- Teunissen O.S.P., Faber R., Booms G.H.R., Latscha T. & Boon J.H., 1998. Influence of vaccination on vibriosis resistance of the giant black tiger shrimp *Penaeus monodon* (Fabricius). *Aquaculture*, 164: 359-366.
- Tincu J.A. & Taylor S.W., 2004. Antimicrobial Peptides from Marine Invertebrates Antimicrobial agent and Chemotherap, p. 3645-3654.
- Tu H.T., Silvestre F., Bernard A., Douny C., Phuong N.T., Tao C.T., Maghuin-Rogister G. & Kestemont P., 2008. Oxidative stress response of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) to enrofloxacin and to culture system. *Aquaculture*, 285: 244-248.

- Vallespi M.G., Glaria L.A., Reyes O., Garay H.E., Ferrero J. & Arana M.J., 2000. A Limulus antilipopolsaccharide factor derived peptide exhibits a new immunological activity with potential applicability in infectious diseases. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*, 7: 669-675.
- Vazzana M., Cammarata M. & Parrinello N., 2002. Confinement stress in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) depresses peritoneal leukocyte cytotoxicity. *Aquaculture*, 210: 231-243.
- Vazzana M., Vizzini A., Sanfratello M. A., Celi M., Salerno G. & Parrinello N., 2010. Differential expression of two glucocorticoid receptors in seabass (teleost fish) head kidney after exogenous cortisol inoculation. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A* 157: 49-54.
- Vici V., Bright Sing I.S. & Bhat S.G., 2000. Application of bacterins and yeast *Acremonium dyosporii* to protect the larvae of *Macrobrachium rosenbergii* from vibriosis. *Fish & Shellfish Immunology*, 10: 559-563.
- Vizzini A., Vazzana M., Cammarata M. & Parrinello N., 2007. Peritoneal cavity phagocytes from the teleost sea bass express a glucocorticoid receptor (cloned and sequenced) involved in genomic modulation of the *in vitro* chemiluminescence response to zymosan. *General Comparative Endocrinology*, 150: 114-123.
- Yang Y., Poncet J., Garnier J., Zatylny C., Bachère E. & Aumelas A., 2003. Solution structure of the recombinant penaeidin-3, a shrimp antimicrobial peptide. *Journal of Biological Chemistry*, 278: 36853-36867.
- Zaiou M., 2007. Multifunctional antimicrobial peptides: therapeutic targets in several human diseases. *Journal of Molecular Medicine*, 85: 317-329.
- Zhang J.Q., Li F.H., Wang Z.Z. & Xiang J.H., 2007a. Cloning and recombinant expression of a crustin-like gene from Chinese shrimp, *Fenneropenaeus chinensis*. *Journal of Biotechnology*, 127: 605-614.
- Zhang J.Q., Li F.h., Wang Z.Z. & Xiang J.H., 2007b. Expression, purification, and characterization of recombinant Chinese shrimp crustin-like protein (CruFc) in *Pichia pastoris*. *Biotechnology Letters*, 29: 813-817.



# EFFETTI DELL' IMMUNOSTIMOLANTE $\beta$ -1,3/1,6-GLUCANO NELL'ALLEVAMENTO DELLE POST-LARVE DEL GAMBERO (*DECAPODA, PENAEIDAE*) *MARSUPENAEUS JAPONICUS*

Luca Lumare<sup>1,2</sup>, Daniela Lumare<sup>1</sup>, Febo Lumare<sup>1</sup>

<sup>1</sup> UNIRIGA, Unità di Ricerca di Gambericoltura Di.S.Te.B.A., Università del Salento, Lecce;

<sup>2</sup> GamberOne srl, Brindisi - lucathesea@tiscali.it

## Riassunto

È stato svolto uno studio sull'effetto dell'immunostimolante  $\beta$ -1,3/1,6-glucano nell'allevamento delle post-larve del gambero peneide *Marsupenaeus japonicus*. Allo scopo sono stati impiegati due sub-lotti (A e B) di post-larve (sub-stadio PL 15; peso medio 0,0064 g), allevati in vasche di vetroresina (densità di stoccaggio pari a 0,5 post-larve/litro). Le due popolazioni sono state alimentate con lo stesso tipo di mangime commerciale, e quello somministrato al lotto A è stato integrato con immunostimolante, nella quantità di 1 g per kg di mangime; questa integrazione è stata mantenuta per 10 giorni sulla durata dell'intera sperimentazione di 26 giorni. Nel periodo di studio la temperatura è variata tra 24 e 28 °C, la salinità da circa il 20‰ a poco oltre il 22‰, l'ossigeno disciolto tra 5,5 mg/l e 9,9 mg/l, mentre il pH è risultato pressoché costante nel corso dello studio, con minime oscillazioni comprese tra 8,24 e 8,47. I principali nutrienti (nitriti, nitrati, azoto ammoniacale, ortofosfati) si sono mantenuti entro valori ampiamente compatibili con le condizioni richieste dall'allevamento dalle post-larve di *M. japonicus*.

Le curve di accrescimento hanno indicato una chiara prevalenza del lotto A, con un peso medio finale di g 0,0318, rispetto al lotto B con peso medio di 0,0231 g (differenza altamente significativa: F=33,37; G.L.=8; p<0,001). Ugualmente la biomassa unitaria finale è risultata maggiore nel lotto A (10,45 g/m<sup>3</sup>) rispetto al lotto B (7,42 g/m<sup>3</sup>), con una differenza altamente significativa tra i due trattamenti (F=165578; G.L.=8; p<0,001). Non è stato rilevato alcun effetto sulla sopravvivenza dei due lotti, almeno nell'intervallo temporale dell'esperimento.

È stato esaminato l'effetto dei due trattamenti sulle affezioni da batteri chitinolitici. Gli esemplari del lotto A presentavano infezioni da batteri chitinolitici sul 33,00% della popolazione, mentre nel lotto B tale percentuale saliva al 51,67%. Inoltre, ben il 28,33% della popolazione del lotto B era affetta da più focolai di infezione, contro il 12,00% del lotto A. Gli effetti benefici dell'impiego del  $\beta$  glucano sul lotto A sono stati confermati dalla verifica statistica mediante z- test, che ha confermato la significatività dei risultati tra i due trattamenti (z = 4,256; p<0,001).

## Abstract

A study was carried out on the effects of the immunostimulant  $\beta$ -1,3/1,6-glucan on the culture of the penaeid shrimp *Marsupenaeus japonicus* post-larvae. Two post-larva sub-lots (A and B; PL15 at the average weight of 0.0064 g) were arranged in two fibreglass tanks at the stocking density of 0.5 unit per litre. The post-larvae were fed by granular

**Key words:** *Marsupenaeus japonicus*, post-larve, immunostimolante,  $\beta$ -1,3/1,6-glucano.

Commercial diet, and the glucan was administered with feed to the sub-lot A only, in the quantity of 1 g per kg of the diet. The culture period lasted 26 days. In that period temperature fluctuated from 24 to 28 °C, salinity from 20 to 22‰, dissolved oxygen from 5.5 to 9.9 mg/l and pH between 8.24 and 8.47. Nutrients (nitrite, nitrate, ionized ammonia and orthophosphate) varied within a range considered optimal for *M. japonicus* post-larvae culture.

The average weight at the end of the test resulted 0.0318g in the lot A and 0.0231 g in the lot B, with highly significant difference at statistical analysis (F=33.37; G.L.=8; p<0.001). The post-larva biomass (g/m<sup>3</sup>) varied from 10.45 g/m<sup>3</sup> in the lot A to 7.42 mg/m<sup>3</sup> in the lot B, with a highly significant difference (F=165578; G.L.=8; p<0.001) at statistical analysis.

The presence and diffusion of chitinolytic bacteria was analyzed in the two populations as indicative of the post-larva performance. The population A administered by glucan integration in the feed resulted affected by



bacteria at the rate of 33.0%, while the population B, without glucan integration, resulted affected at 51,7%; at the statistical analysis of Z-test the difference was highly significant ( $z=4.256$ ;  $p<0.001$ ). The use of  $\beta$ -1,3/1,6-glucan as integration in the diet of *M. japonicus* post-larvae resulted greatly profitable.

## Introduzione

Gli immunostimolanti sono composti chimici che attivano le cellule del sangue (leucociti) e possono rendere gli animali più resistenti alle infezioni da virus, batteri, funghi e parassiti. Il gruppo di immunostimolanti più promettente è rappresentato dai  $\beta$ -1,3/1,6-glucani, in quanto possiedono una ben definita struttura chimica e una capacità d'azione nel sistema immunitario (Raa *et al.*, 1992). Il  $\beta$ -1,3/1,6-glucano è un polisaccaride estratto dalla parete delle cellule del lievito di birra ed è un immunostimolante.

Il  $\beta$ -glucano, che fa scattare un'azione di potenziamento del sistema immunitario, incrementa i linfociti T, i linfociti B e l'attività dei macrofagi, migliorando le difese naturali contro le infezioni da virus, batteri, funghi, parassiti e cellule neoplastiche. Esiste evidenza scientifica dei benefici nell'impiego dei  $\beta$  glucani; infatti è stato dimostrato che la somministrazione di glucano ai pesci produce una forte resistenza a parecchie malattie batteriche e migliora l'efficacia dei vaccini (Raa *et al.*, 1992; Rørstad *et al.*, 1993; Sung *et al.*, 1996; Ellis, 1988; Raa, 1999), anche quando questi ultimi sono iniettati (Verlhac, *et al.*, 1998). Verlhac *et al.*, (1998) hanno dimostrato che il glucano  $\beta$ -1,3/1,6 nel cibo agisce in sinergia con gli antibiotici e la vitamina C (Thompson *et al.*, 1993). Supamattaya & Pongmaneerat (1998) hanno immerso post-larve del gambero *Penaeus monodon* in soluzione di glucano  $\beta$ -1,3/1,6 ottenendo un aumento della percentuale di sopravvivenza. Sung *et al.*, (1994) rilevarono che l'aggiunta di  $\beta$ -1,3/1,6-glucano nell'alimentazione di adulti di *P. monodon* dava come risultato una crescita più rapida, una riduzione della mortalità ed una migliore utilizzazione del cibo). I glucani  $\beta$ -1,3/1,6 hanno dimostrato di accrescere l'attività biologica degli emociti (Smith, and Söderhäll, 1983; Johansson & Söderhäll, 1985) nei gamberi di acqua dolce, in *P. monodon* e *Macrobrachium rosenbergii* e di migliorare la crescita, la percentuale di sopravvivenza e l'efficacia della trasformazione del cibo (Sung, 1994; Song & Hsieh, 1994; Sung *et al.*, 1998; Song *et al.*, 1997).

I glucani 1,3/1,6 si legano ad un "recettore" sulla superficie dei fagociti (Engstad & Robertsen, 1994). Il recettore per il glucano 1,3/1,6 è stato conservato durante l'evoluzione e si trova in tutti i gruppi animali dagli invertebrati, come i gamberi, all'uomo. Questo è il motivo per il quale i glucani 1,3/1,6 hanno lo stesso effetto biologico di base nell'intero regno animale.

I gamberi ed altri invertebrati hanno sistemi immunitari meno sviluppati che nei pesci e negli animali a sangue caldo, poiché mancano di leucociti che, negli animali superiori, sono coinvolti nella produzione degli anticorpi e nella memoria immunologica (Hart *et al.*, 1988; Söderhäll & Cerenius, 1994). I gamberi dipendono da sistemi immunitari non specifici per la loro resistenza alle malattie (Adams, 1991; Söderhäll & Cerenius, 1992). Gli immunostimolanti che stimolano tali processi e rendono gli animali più resistenti alle malattie, possono rappresentare strumenti importanti nella gestione della salute negli allevamenti di acquacoltura (Blazer & Wolke; 1984; Chang & Su, 1990).

## Materiali e Metodi

È stato svolto uno studio sull'effetto degli immunostimolanti nell'allevamento delle post-larve del gambero peneide *Marsupenaeus japonicus*. Questo peneide è stato oggetto di diversi studi in Italia ai fini dell'impiego in acquacoltura (Lumare, 1991; Lumare, 1998; Lumare *et al.*, 1997; Lumare *et al.*, 2000) e sebbene attualmente il suo allevamento occupi una posizione di nicchia, continua a sollevare notevole interesse commerciale in ragione della qualità del prodotto e dei prezzi spuntati sul mercato nazionale (Lumare *et al.*, 2008).

Lo studio è stato svolto presso l'impianto di gambericoltura GamberOne s.r.l., situato sulla fascia costiera sud orientale d'Italia, nella provincia di Brindisi, a circa 11 km dal mare. (Fig. 1). L'impianto è alimentato con acqua salmastra (20 ‰ di salinità) prelevata ad una profondità di 180 m. È costituito da otto bacini in terra ciascuno da 5.000 m<sup>2</sup> e da altri due da 1.000 m<sup>2</sup>; quindi dispone di una di una piccola avannotteria con 6 vasche per lo svezzamento del novellame.

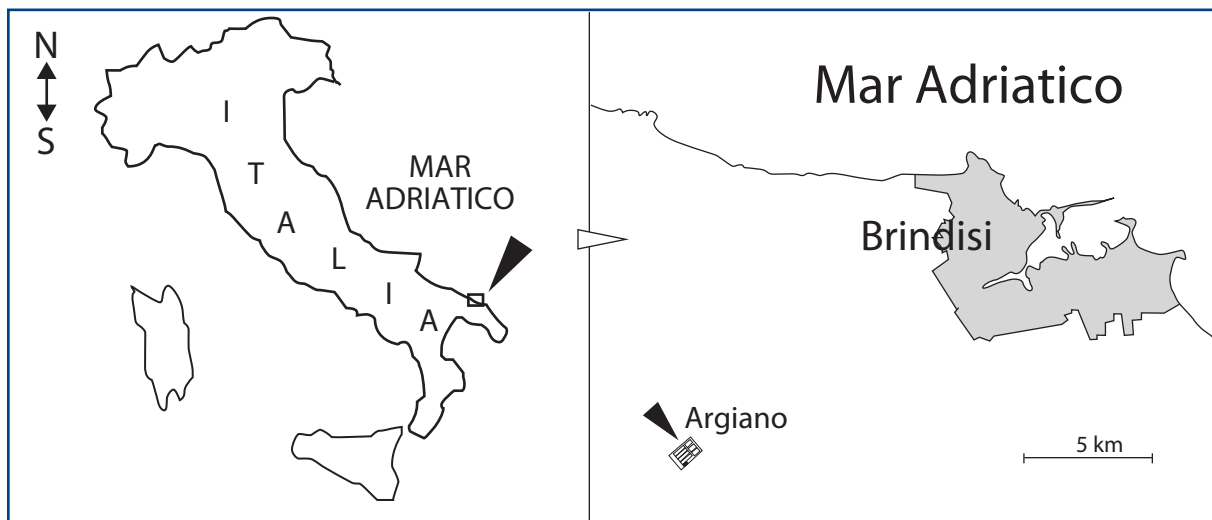
Nel giugno 2007, circa 350.000 post-larve di *M. japonicus* sono state importate in 4 lotti da uno schiuditoio commerciale in Francia e sono state seminate nei bacini da 5.000 m<sup>2</sup>.

Parte di uno dei lotti di post-larve (al sub-stadio di PL 15; peso medio 0,0064) è stato travasato in due vasche (A

e B) in vetroresina, collocate in ambiente esterno, sotto un tendone per mitigare la luce diretta solare, secondo le seguenti impostazioni:

- Vasca A: 3 m diametro; Volume utile = 7,3 m<sup>3</sup>; Superficie di base = 7,06 m<sup>2</sup>; altezza vasca = 1,20 m; altezza acqua = 1,03 m; n° di post-larve seminate = 3.650 unità; densità di stoccaggio delle post-larve pari a 0,5 PL15 /litro.
- Vasca B: 2 m di diametro; Volume utile = 3,2 m<sup>3</sup>; Superficie = 3,2 m<sup>2</sup>; altezza vasca = 1,20 m; altezza acqua = 1,03 m; n° di post-larve seminate = 1.600 unità; densità di stoccaggio delle post-larve pari a 0,5 PL15 /litro.

**Figura 1. Mappa dell'area nella quale ricade l'impianto di gambericoltura GamberOne s.r.l., in provincia di Brindisi, località Argiano, a circa 11 km dal mare.**



**Tabella 1. Analisi grezze e caratteristiche merceologiche e commerciali del mangime commerciale impiegato nell'allevamento post-larvale di *Marsupenaeus japonicus*, presso l'impianto GamberOne s.r.l. di Argiano.**

Tipo di mangime	Starter 1	Starter 2
Proteine grezze (min)	46,0	46,0
Lipidi (min)	8,0	8,0
HUFA (min)	1,4	1,4
Fosfolipidi (min)	2,2	2,2
Fibre (max)	3,0	3,0
Ceneri (max)	12,0	12,0
Umidità (max)	10,0	10,0
Dimensioni (mm)	0,3 – 0,8	0,8– 1,2
Struttura	Granuli	Granuli
Perdita per soluzione di principi attivi dopo 1 ora in immersione del prodotto in acqua dolce (%)	< 10	< 10
Confezione	Sacchetti da 20 kg	Sacchetti da 20 kg
Costo totale mangime (€/kg)	2,96	2,79

Queste vasche, dopo gli opportuni trattamenti di lavaggio, risciacquo e sterilizzazione, sono state riempite fin dal giorno precedente alla semina con acqua di pozzo avente salinità del 20,0 ‰ e temperatura di 20,0°C; quest'ultimo parametro al momento della semina risultava essere intorno a 25°C.

L'acqua delle due vasche era mantenuta in movimento ed areata da una serie di pietre porose, collocate sul fondo ed alimentate attraverso una rete di distribuzione di tubicini di gomma siliconata, collegata tramite pipeline ad una soffiante FPZ da 1,2 HP, munita di regolatore di pressione e filtri. Alle post-larve è stato somministrato mangime commerciale VDS Crustoclean Feed, Deerlijk, Belgio, prodotto in due dimensioni diverse e le cui caratteristiche principali vengono riportate in Tabella 1.

I principali ingredienti del mangime, come da indicazioni della casa produttrice, erano rappresentati dai seguenti componenti: farina di pesce sgrassato, farina di crostacei, olio di pesce, concentrato proteico di soia, farina di soia, glutine di frumento, lievito di birra, frumento, vitamine, proteine marine, minerali, oligoelementi ed antiossidanti.

La somministrazione dell'alimento nelle vasche avveniva a mano, in 4 razioni giornaliere, con inizio dal primo mattino (ore 08,00) e poi ad ore fisse successive (12,00; 16,00; 21,00).

Settimanalmente si provvedeva a variare la quantità di alimento, sulla base dell'incremento del peso medio degli animali, secondo le indicazioni della tabella dietetica (Tab. 2).

**Tabella 2. Tabella dietetica adottata nell'alimentazione delle post-larve di *Marsupenaeus japonicus* nelle vasche A e B. Lo schema è sostanzialmente lo stesso e variano solo le quantità giornaliere in rapporto alla diversa consistenza numerica dei due lotti.**

Vasca A										
	Periodo allevamento	Sopravvivenza	Esemplari	Peso	Biomassa	Dieta	Dieta giorno	Dieta settimana	Tipo mangime	Kg Tot x tipo
	(settimane)	(%)	(n°)	(g)	(g)	(%)	(kg)	(kg)		
giugno	1	100	3.650	0,01	0,04	20	0,007	0,05	s1VDS	
	2	90	3.285	0,03	0,01	15	0,015	0.10	s1VDS	
luglio	3	85	3.103	0,1	0,031	15	0,047	0,33	s1VDS +s2VDS	
	4	80	2.920	0,7	2,04	15	0,307	2,15	s1VDS +s2VDS	3
Vasca B										
	Periodo allevamento	Sopravvivenza	Esemplari	Peso	Biomassa	Dieta	Dieta giorno	Dieta settimana	Tipo mangime	Kg Tot x tipo
	(settimane)	(%)	(n°)	(g)	(g)	(%)	(kg)	(kg)		
giugno	1	100	1.600	0,01	0,02	20	0,003	0,02	s1VDS	
	2	90	1.440	0,03	0,04	15	0,006	0,05	s1VDS	
luglio	3	85	1.360	0,1	0,9	15	0,02	0,14	s1VDS +s2VDS	
	4	80	1.280	0,7	0,14	15	0,134	0,94	s1VDS +s2VDS	1

Giornalmente sono stati rilevati i principali parametri dell'acqua; ossigeno disciolto, pH e salinità venivano monitorati più volte nell'arco delle 24 ore, mentre settimanalmente venivano effettuate le analisi sui principali nutrienti delle acque (nitriti, nitrati, azoto ammoniacale, orto fosfati, secondo Strickland & Parson, 1977).

Circa ogni 4 giorni un campione di post-larve (60-100 esemplari) veniva prelevato con guadino con maglia da 500 micron, trasferito in laboratorio, sgocciolato e pesato. Gli esemplari venivano, poi, trasferiti in 6 contenitori, con acqua, (10-20 esemplari per contenitore) bassi e di colore bianco, e contati per determinarne il peso medio. Con ciò si riducevano a pochi secondi i tempi di permanenza degli animali all'asciutto, minimizzando lo stress e, quindi, il rischio di perdita delle post-larve. In tale occasione venivano svolti controlli dello stato di salute generale degli animali e di pienezza dell'apparato digerente, quale indicatore dell'attività trofica.

L'immunostimolante impiegato nel corso della sperimentazione era rappresentato da prodotto commerciale (Coppens International, Helmond, Holland) preparato in polvere e costituito da  $\beta$ -1,3/1,6-glucano, estratto da lievito di birra. Esso è stato somministrato nella Vasca A per i primi 10 giorni dall'arrivo delle post-larve e poi non più fino alla conclusione della prova; il mangime somministrato nella Vasca B non è stato integrato con immunostimolanti.

Il prodotto veniva miscelato nella dose di 1 g per kg di mangime, sul quale veniva cosparsa in modo uniforme, rimescolando manualmente il composto a lungo per favorire l'adesione dell'immunostimolante sui granuli di alimento.

A conclusione della prova sperimentale, le vasche sono state svuotate, tutti gli esemplari sono stati raccolti e pesati insieme (peso umido sgocciolato, in g) e quindi contati singolarmente, per determinare la biomassa raccolta ed il peso medio individuale finale. Un campione per ciascuna vasca (100 esemplari dalla vasca A e 120 esemplari dalla vasca B) è stato fissato in formaldeide al 5% e, successivamente, sottoposto ad osservazione al binocolare ed al microscopio per il rilevamento di affezioni da batteri chitinolitici. Queste sono state quantificate secondo la presenza di focolai singoli, multipli e diffusi. Tale parametro è stato preso in considerazione in quanto detta patologia è molto frequente nell'allevamento intensivo in vasche, è indicativa delle condizioni generali di salute delle post-larve (Chen & Lee, 1989), e la sua rilevazione risulta di relativa facilità. Per determinare la significatività dei risultati si è fatto ricorso ai software PRISM v.5 (GraphPad Software) e SigmaPlot v.11 (Systat Software Inc.).

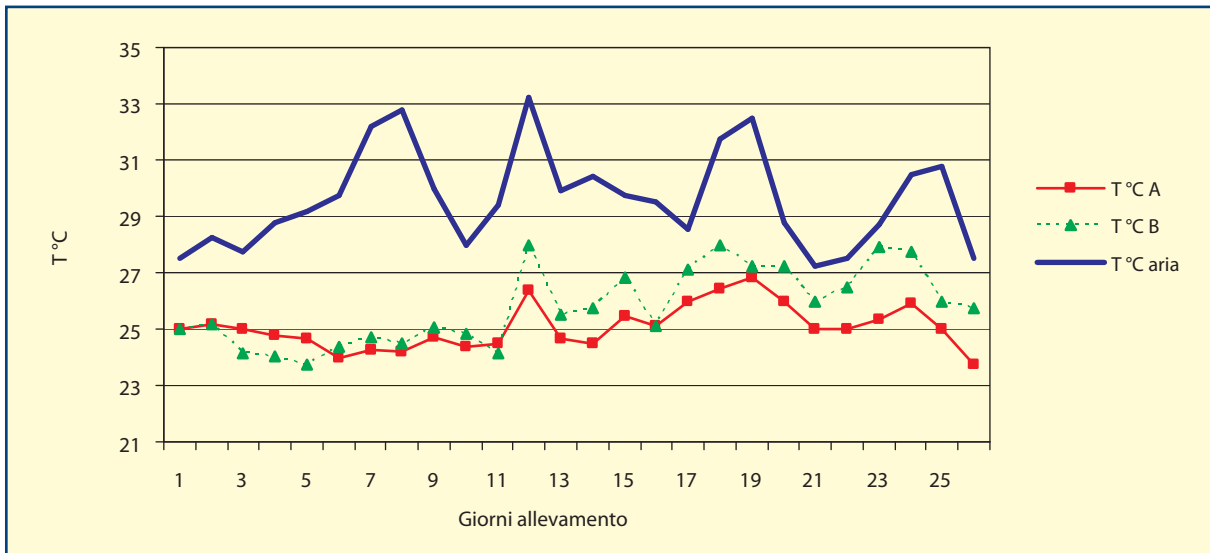
## Risultati

La prova di allevamento nelle due condizioni sperimentali è stata svolta nelle due vasche A e B per la durata di 26 giorni.

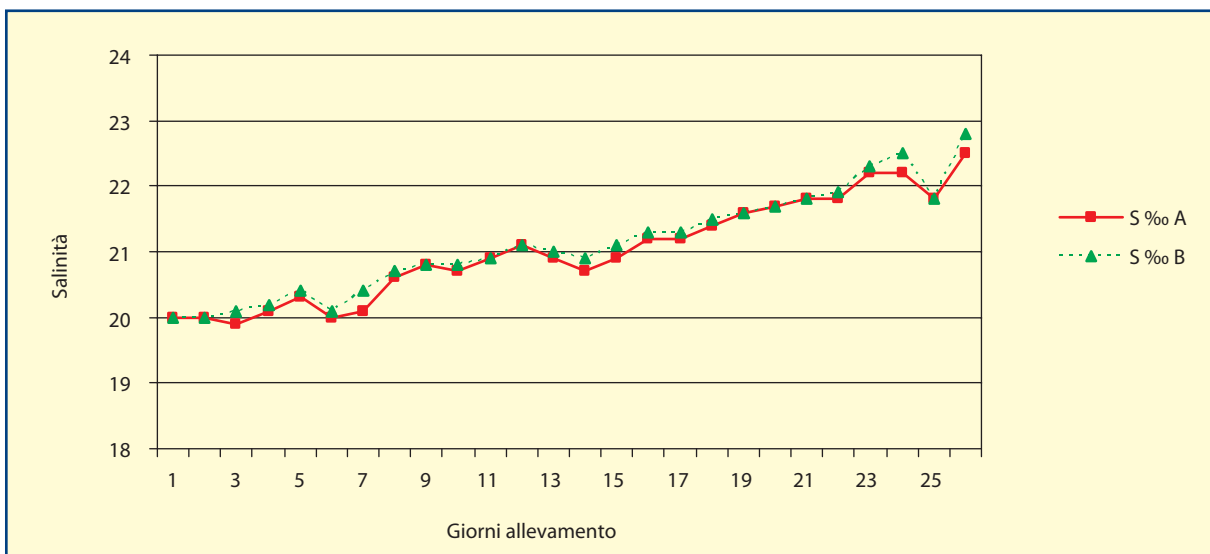
Inizialmente si è proceduto con ricambi idrici giornalieri pari al 60 - 70% del volume totale, e successivamente solo al 20-30%, tenendo presente la necessità di mantenere i parametri ambientali entro valori accettabili per gli animali. La temperatura dell'acqua (Fig. 2) è aumentata nel secondo periodo in relazione al ridotto ricambio idrico e alla maggiore influenza della temperatura dell'aria.

La salinità (Fig. 3) è variata da circa 20 ‰ ad oltre 22 ‰, con un graduale innalzamento dei valori a seguito dell'effetto combinato dell'evaporazione e della riduzione dei ricambi. L'ossigeno disciolto ha subito oscillazioni frequenti (Fig. 4) indotte dal variare dei ricambi idrici, del flusso della soffiante e delle naturali condizioni termiche ambientali. Comunque i valori compresi tra 5,5 mg/l e 9,9 mg/l sono risultati sempre in un range ottimale. Il pH è risultato pressoché costante nel corso dello studio con minime oscillazioni comprese tra 8,24 e 8,47 (Fig. 5).

**Figura 2. Andamento delle temperature medie dell'aria (T°C aria) e dell'acqua di allevamento nelle due vasche (T°C A e T°C B, rispettivamente).**



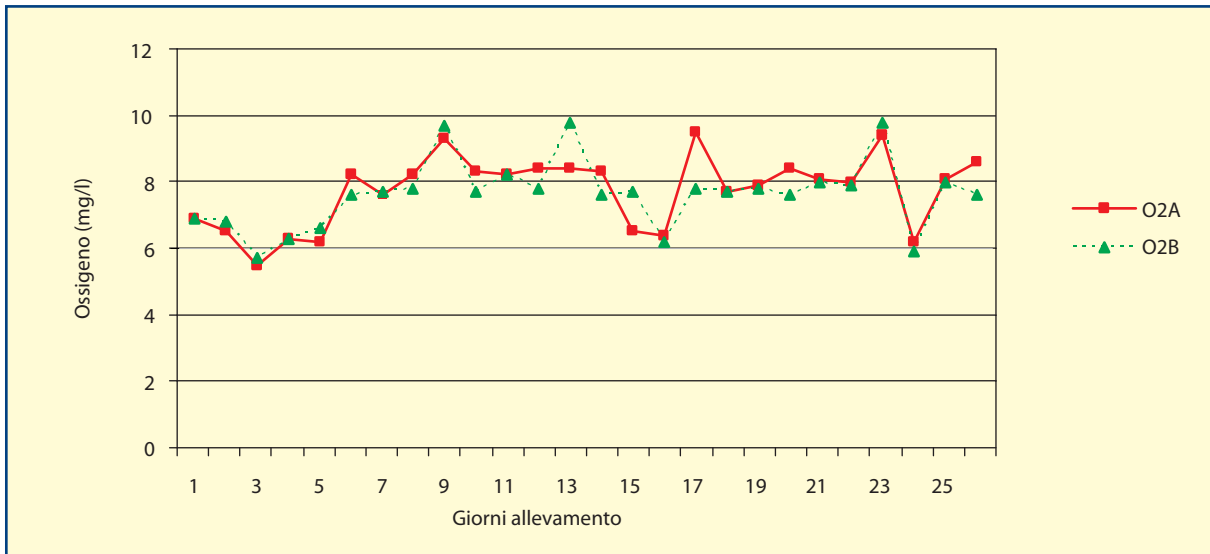
**Figura 3. Andamento affine della salinità nelle due vasche, con graduale aumento nel corso dello studio.**



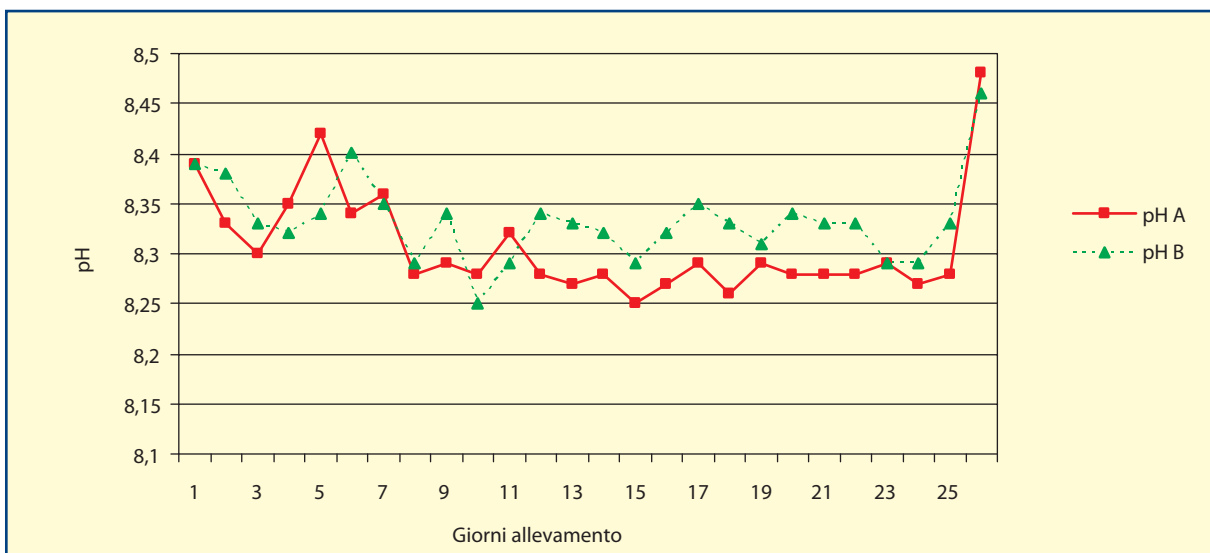
Le variazioni dei principali nutrienti (nitriti, nitrati, azoto ammoniacale, ortofosfati) rilevati nell'acqua di allevamento nelle vasche A e B si sono mantenute entro valori ampiamente compatibili con le condizioni richieste dall'allevamento dalle post-larve di *Marsupenaeus japonicus* (Funge-Smith & Briggs 1998; Hopkins *et al.* 1995; Stirling & Phillips 1990).

I valori iniziali e finali del numero di esemplari, del peso, di biomassa, e di sopravvivenza indicano nel complesso una migliore performance del lotto della vasca A, alimentato con mangime trattato con immunostimolante, rispetto a quello della vasca B non trattato (Tab. 3). Le curve di accrescimento dei due lotti di animali indicano una chiara prevalenza di quello della vasca A (Fig. 6). È stata calcolata la regressione lineare per valutare la significatività dei dati e risulta che l'impiego dell'immunostimolante ha determinato effetti altamente significativi sull'accrescimento a favore del lotto A ( $F=33,37$ ;  $G.L.=8$ ;  $p<0,001$ ).

**Figura 4. Variazioni dell'ossigeno disciolto nelle due vasche in rapporto alle variazioni dei ricambi, dei flussi della soffiante e dell'andamento e della temperatura ambientale.**



**Figura 5. Andamento del pH nelle due vasche risultato con andamento tra 8,2-8,4.**

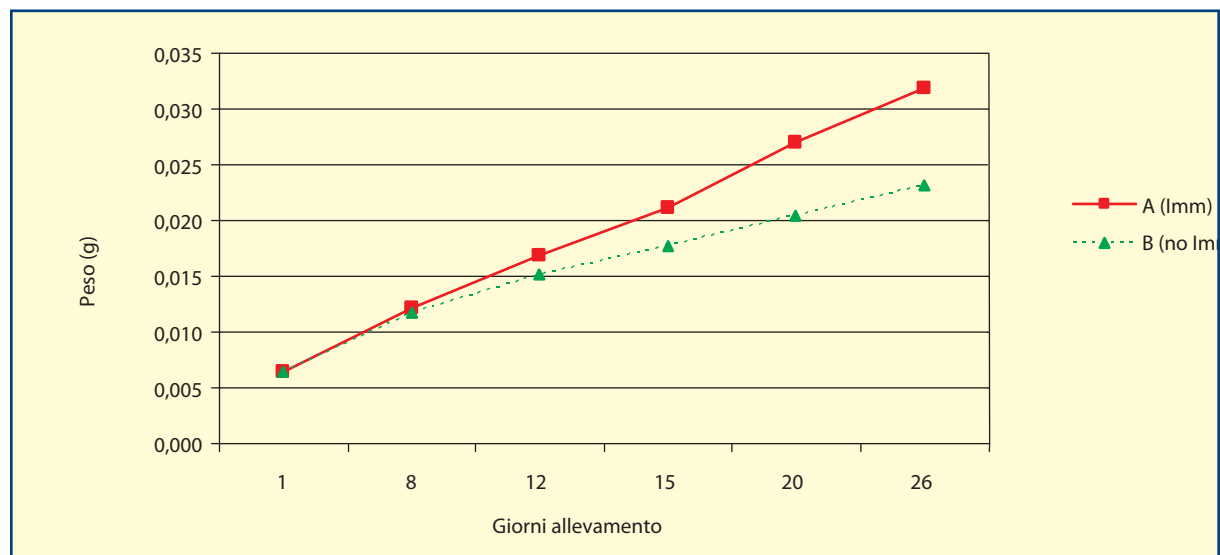
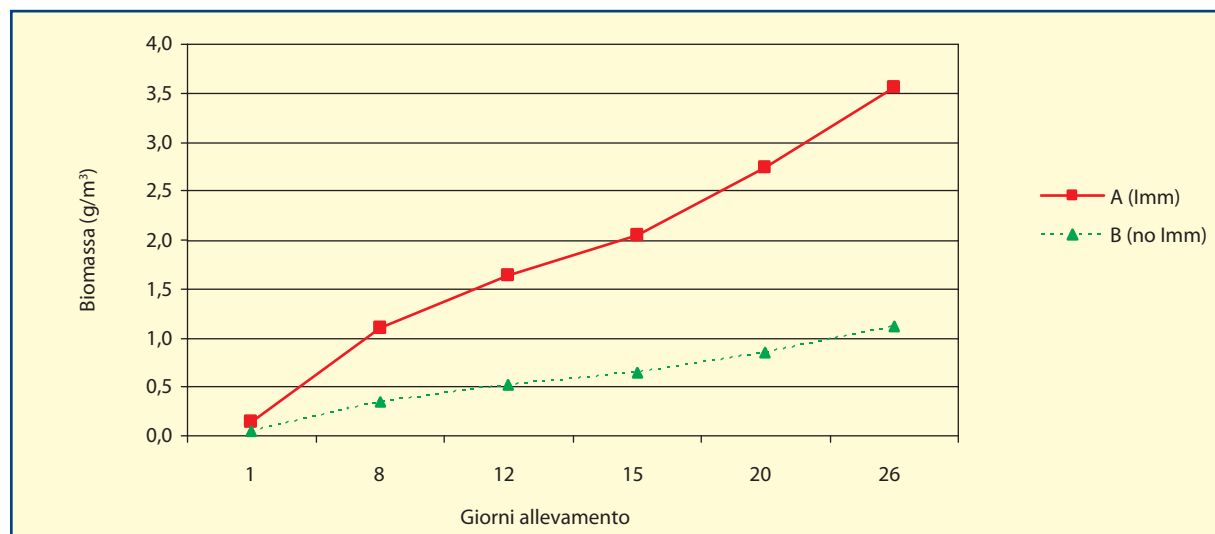


È stato preso in considerazione anche l'aspetto relativo allo incremento di biomassa unitaria ( $g/m^3$ ) delle post-larve di *M. japonicus*, nei due lotti A e B. Le curve di incremento di biomassa unitaria mettono in evidenza un miglior rendimento del lotto A rispetto alle post-larve del lotto B (Fig. 7); l'analisi statistica pone in rilievo una differenza altamente significativa tra i due trattamenti ( $F=165578$ ;  $G.L.=8$ ;  $p<0,001$ ), a vantaggio del lotto A.



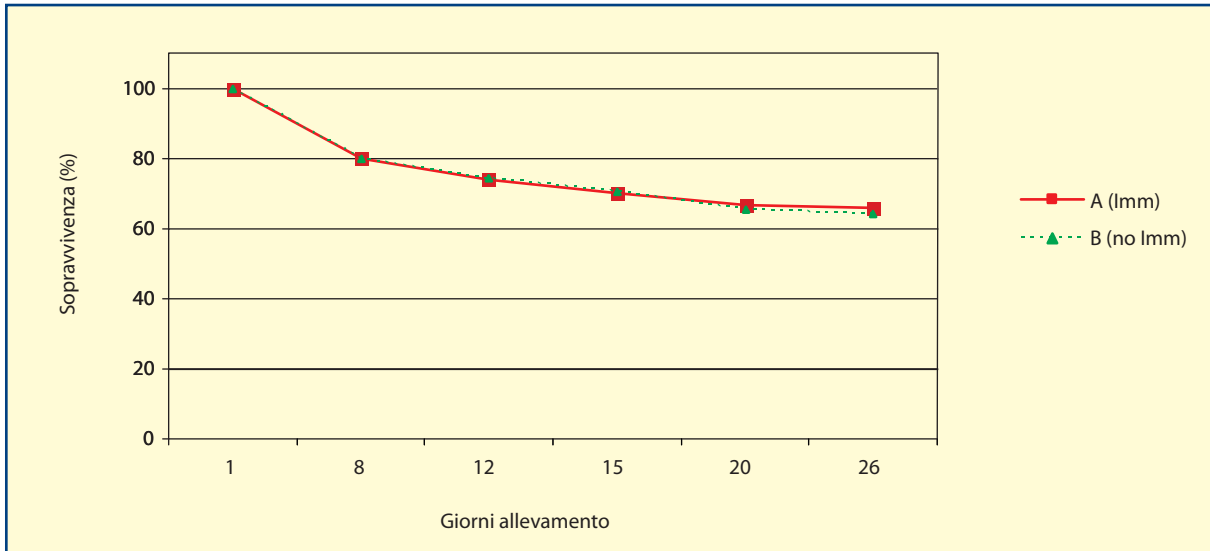
**Tabella 3. Impostazione e risultati della prova di allevamento delle post-larve di *Marsupenaeus japonicus* con impiego di immunostimolante (vasca A) e senza (vasca B).**

Vasche	A (Vol. = 7,3 m <sup>3</sup> )	B (Vol. = 3,2 m <sup>3</sup> )
N° iniziale PL	3.650	1.600
N° finale PL	2.043	1.028
Sopravvivenza (%)	65,84	64,25
Densità iniziale (n° es/litro)	0,5	0,5
Densità finale (n° es/litro)	0,33	0,32
Peso medio iniziale (g)	0,0064	0,0064
Biomassa totale iniziale (g)	23,36	10,24
Biomassa unitaria iniziale (g/m <sup>3</sup> )	3,20	3,20
Peso medio finale (g)	0,0318	0,0231
Biomassa totale finale (g)	76,32	23,72
Biomassa unitaria finale (g/m <sup>3</sup> )	10,45	7,42

**Figura 6. Andamento delle curve di accrescimento dei due lotti di post-larve di *Marsupenaeus japonicus* nelle vasche A e B, che evidenziano una prevalenza del lotto A, alimentato con mangime integrato da immunostimolante.****Figura 7. Andamento delle curve di incremento della biomassa unitaria (g/m<sup>3</sup>) dei due lotti di post-larve di *Marsupenaeus japonicus* nelle vasche A e B. Il lotto A è stato alimentato con mangime integrato da immunostimolante.**

Si è tenuto conto, anche, della sopravvivenza, per la quale si è manifestata una differenza non significativa tra i due lotti (65,84% nella vasca A e 64,25 % nella vasca B; F = 0,0170; G.L. = 9; p = 0,8991; Fig.8), almeno nell'intervallo temporale dell'esperimento.

**Figura 8. Andamento della curva di sopravvivenza delle post-larve di *Marsupenaeus japonicus* nelle vasche A e B.**



## Patologia

A conclusione del test di allevamento è stato esaminato un campione di animali per ciascuna delle due vasche, con lo scopo di verificare la presenza di eventuali patologie, ed in modo particolare le affezioni da batteri chitinolitici, che sono molto indicative dello stato di performance generale delle post-larve allevate (Chen & Lee, 1989). Questa patologia risulta tanto più letale quanto più gli animali sono giovani; allo stato larvale l'infezione da batteri chitinolitici non controllata può determinare mortalità totale dell'intera coltura in 24 ore (Cheng & Liu, 1986).

Infatti, la elevata possibilità di ferite alle appendici dovute al cannibalismo intraspecifico, di danni meccanici per il nuotare in uno spazio ristretto o anche di urti e sfregamenti contro le pareti delle vasche, determinano delle lievi abrasioni sull'epicuticola dei giovani esemplari. Su questi punti resi sensibili, si possono insediare, come infezione secondaria, vari batteri che procurano processi di lisi nell'esoscheletro, fino a perforarlo ed intaccare i muscoli degli animali.

I gamberi affetti da questo tipo di patologia presentano macchie di forma irregolare e colore marrone-nero, sparse su varie parti dell'esoscheletro. In genere le parti più colpite sono (Fig. 9, A e B) il carapace, i segmenti addominali, gli uropodi e le varie appendici (antenne, pleopodi e pereopodi). Le macchie scure che appaiono come aree di erosione, con gradazioni di colore dal marrone chiaro al marrone scuro, per accumulo di melanina sui bordi della zona affetta, tendono ad espandersi con il tempo.

Tra i maggiori responsabili di questa patologia sono i batteri del tipo *Vibrio spp.*, sempre presenti in ambiente acquatico di allevamento, e secondo Sinderman (1977), Lightner (1983; 1985) e Chen *et al.*, (1989 a) molti tipi di batteri come *Vibrio sp.*, *Aeromonas sp.*, *Spirillum sp.* e *Flavobacterium sp.* sono associati con questo problema.

Nel controllo finale è risultato che nella vasca A (con immunostimolante) la percentuale di esemplari con danni dovuti ad infezione da batteri chitinolitici era pari al 33,00% (Tab. 4), mentre nella vasca B (senza immunostimolante) tale percentuale saliva al 51,67 %. È da rilevare, inoltre, che della popolazione di post-larve della vasca B ben il 28,33 % degli esemplari era affetto da più focolai di infezione, contro il 12,00% della vasca A.

Gli effetti benefici dell'impiego del  $\beta$  glucano sul lotto della vasca A sono stati confermati dalla analisi statistica mediante z-test; questa ha confermato la significatività dei risultati tra i due trattamenti, indicando una differenza altamente significativa a favore del lotto della vasca ( $z = 4,256$ ;  $p < 0,001$ ).

**Figura 9. A)** Ingrandimento (x20) di una zona di erosione da batteri chitinolitici (in tondo rosso) all'altezza del lato posteriore sinistro del carapace di post-larva di *Marsupenaeus japonicus*. **B)** Focolai infettivi (in tondo rosso) da batteri chitinolitici a carico delle basi dei pleopodi di post-larva. Di dette appendici in alcuni casi sono rimasti dei moncherini, probabilmente a seguito di cannibalismo intraspecifico, cui ha fatto seguito lo sviluppo dell'infezione sulle ferite.



**Tabella 4. Quadro generale dello stato delle due popolazioni di post-larve delle vasche A e B, relativamente alle affezioni da batteri chitinolitici al termine del periodo di sperimentazione. 1 = un solo focolaio di infezione; >1 = più focolai di infezione.**

Esemplari Affetti da batteri Chitinolitici	Vasca A (Imm)	Vasca B (no Imm)
Esaminati (n°)	100	120
Indenni (%)	77,00	48,33
Affetti da batteri chitinolitici (%)	33,00	51,67
Focolaio infezione = 1 (%)	11,00	19,17
Focolai infezione >1 (%)	12,00	28,33
Focolai infezione diffusi (%)	0,00	0,83

## Discussione e conclusione

L'immunostimolante ha avuto effetti benefici sul lotto di post-larve della vasca A: infatti, il peso medio finale è risultato di 0,0318 g, contro 0,0231 g del lotto della vasca B, non trattato con immunostimolante.

Similmente la biomassa unitaria finale (g di post-larve /m<sup>3</sup>) del lotto A è risultata pari a 10,45 g/m<sup>3</sup> contro i 7,42 g/m<sup>3</sup> del lotto B. Tenendo conto che densità di stoccaggio e sopravvivenza dei due lotti sono risultate simili e quindi non in grado di influenzare i diversi rendimenti, i risultati sono ascrivibili esclusivamente all'effetto dell'immunostimolante. Tale differenza si è evidenziata anche sul piano delle patologie, laddove il lotto trattato con immunostimolante ha mostrato un livello di indennità da batteri chitinolitici pari al 77,00 % contro il 48,33% del lotto non trattato.

Sul piano dei benefici economici che derivano dall'impiego di immunostimolante possiamo analizzarne i risultati prendendo in considerazione, per una maggiore evidenza, un lotto minimo di post-larve che sia di riferimento alla realtà produttiva di uno schiuditoio per gamberi, quindi almeno 1 milione di unità. Per produrre un milione di PL25 occorrono circa 50 kg di mangime; sul periodo di allevamento viene somministrato immunostimolante solo per 10 giorni, in

quantità di 1 g per kg di mangime. Ciò corrisponde a solo 20 kg di mangime trattato e quindi vengono impiegati 20 g di immunostimolante per un costo di 1,8 € (90 €/kg).

È risaputo che una taglia maggiore della post-larva è importante in quanto determina più elevato stato di robustezza, quindi maggiore idoneità alla semina in campo aperto, e conseguentemente un rendimento migliore alla pesca.

Per dare un'idea dei vantaggi economici di ciò basti dire che una post-larva del peso medio di 0,0064 g (approssimativamente PL 16) ha una quotazione di circa 0,03 € per pezzo; una post-larva del peso medio di 0,0231 g (approssimativamente PL 25) ha una quotazione intorno a 0,05 €, mentre con peso medio di 0,0318 g (approssimativamente PL 29) raggiunge un prezzo di circa 0,065 €.

Considerando l'effetto dell'immunostimolante relativamente al solo aumento del valore di mercato della post-larva in rapporto all'aumento in peso avremo, riferendoci sempre ad 1 milione di post-larve, che con peso di 0,0231 (0,05 €/unità) l'ammontare del valore sarà pari a 50.000,00 €, mentre con peso di 0,0318 g (valore 0,0065 €/unità) il valore complessivo risulterà di 65.000,00 €. Quindi un surplus di valore di 15.000,00 €, al costo di appena 1,8 €.

Uno schiuditoio commerciale per gamberi, che produca dai 5 ai 6 milioni di post-larve, avrebbe pertanto considerevoli benefici economici nell'impiego di immunostimolante nei mangimi.

Ma i benefici dell'impiego di immunostimolante (quindi taglia maggiore della post-larva alla semina) si proiettano in modo amplificato anche nel conseguimento del prodotto alla taglia commerciale, sia per il numero più elevato di esemplari catturati per la vendita e sia anche per la maggiore e più quotata taglia finale. Se consideriamo, poi, anche l'aspetto qualitativo, riferito al contenimento dei fenomeni patologici legato all'uso di immunostimolante, i benefici risulteranno anche più consistenti.

Sulla base dei risultati conseguiti nell'accrescimento delle post-larve del peneide, possiamo affermare che l'impiego dell'immunostimolante determina differenze altamente significative sull'accrescimento e sulla performance in generale, con benefici economici rilevanti, mentre non si evidenziano effetti sulla sopravvivenza, almeno sul breve periodo dei 26 giorni, durante il quale si è protratto il test. Tali effetti saranno prevedibilmente più elevati quanto più si incrementa la densità di stoccaggio degli animali.

## Bibliografia

- Adams A., 1991. Response of penaeid shrimp to exposure to *Vibrio* species. *Fish and Shellfish Immunology*, 1, 59-70.
- Blazer V.S., Wolke R.E., 1984. Effect of diet on the immune response of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 41, 1244-1247.
- Chang C.F. & M.S. Su. 1990. Studies on the investigation and prevention of fish and prawn diseases in South Taiwan. Unpublished research report. Tungkang Manne Laboratory, Taiwan Fisheries Research Institute, Tungkang, Pingtung, Taiwan: 1-40.
- Chen S.N. & W.C. Lee. 1989. Diseases of cultured shrimp. *Fish World*. 4: 24-41.
- Chen S.N., P.S. Chang, S.L. Huang & G.H. Kou. 1989a. Cures and drugs used in shrimp diseases. *Fisheries Extension Technical 26A*. Taiwan Fisheries Bureau.
- Cheng T.J. & C.I. Liu. 1986. Pathological study on major diseases of cultured grass shrimps (*Penaeus monodon* Fabricius). COA Fisheries Series No. 8, Reports on Fish Disease Research (VIII), Council of Agriculture, Taipei, Taiwan, R.O.C. pp. 75-86.
- Ellis A.E., 1988. Ontogeny of the immune system in teleost fish. Pp. 20-31. In: *Fish vaccination* (A. E. Ellis, ed.) Academic Press, London.
- Engstad R.E., Robertsen B., 1994. Specificity of a  $\alpha$ -glucan receptor on macrophages from Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Developmental and Comparative Immunology* 18, 5, 397-408.
- Funge-Smith S.J., Briggs M.R.P., 1998. Nutrient budgets in intensive shrimp ponds: implications for sustainability. *Aquaculture* 164, 106-116.
- Hart S., Wrathmell A.B., Harris J.E., Grayson T.H., 1988. Guy immunology in fish: A review. *Dev. Comp. Immunol* 12, 453-480.

- Hopkins J.S., Sandifer P.A., Browdy C.L., 1995. A review of water management regimes which abate the environmental impacts of shrimp farming. In: *Swimming Through Troubled Water. Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming. Aquaculture '95. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA.* (Eds. Browdy C.L., Hopkins S.). pp. 157-166.
- Johansson M.W., K. Söderhäll, 1985. Exocytosis of the prophenoloxidase activating system from crayfish haematocytes. *J. Comp. Physiol.*, 156, 175-181.
- Lightner D.V. 1983. Diseases of cultured penaeid shrimp. In: J.P. McVey (Ed.). *CRC Handbook of Mariculture*, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. pp. 289-320.
- Lightner D.V. 1985. A review of the diseases of cultured penaeid shrimps and prawns with emphasis on recent discoveries and developments. In: Y. Taki, J.H. Primavera and J.A. Llobrera (Eds.). *Proc. First Int. Conf. Cult. Penaeid Prawns/Shrimps*, Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center, Iloilo City, Philippines. pp. 79-103.
- Lumare F., 1991. Crucial points in research into and commercial production of shrimps. In: *Mediterranean Aquaculture*. Flos, Tort and Torres (eds). Publisher Ellis Horwood, New York: 21-43.
- Lumare F., 1998. Crostacei Peneidi. *Tecnica e gestione dell'allevamento*. Ser. Acquacoltura, ESAV. Padova, 4: 187 pp.
- Lumare F., Scordella G., Pastore M., Prato E., Zanella L., Tessarin C. & Sanna A., 2000. Pond management and environmental dynamics in semi-extensive culture of *Penaeus japonicus* (*Decapoda, Penaeidae*) on the northern Adriatic coast of Italy. *Rivista Italiana Acquacoltura*, 35:15-43.
- Lumare F., Uzunoglu S. and Baspehlivan A., 1997. Hatchery mass production of the penaeid fry *Penaeus japonicus* and *P. semisulcatus* (*Penaeidae, Decapoda*) on the Mediterranean coast of Turkey (Gulf of Antalya). *Riv. Ital. Acquacol.*, 32:127-146.
- Lumare L., Casolino G. & Lumare D. 2008. La pesca del gambero peneide (*Crustacea, Decapoda*) *Melicertus kerathurus* Forskäl, 1775, nella fascia costiera tra Termoli ed il Lago di Lesina. In: *Atti del Workshop "Valutazione e gestione della risorsa mazzancolla (Melicertus kerathurus) in aree della fascia costiera della Puglia secondo un modello ecosistemico innovativo per la razionalizzazione dello sfruttamento (GERIMA), 14 febbraio 2008, Lecce: 1-14.*
- Raa J., Rørstad G., Engstad R., Robertsen B., 1992. The use of immunostimulants to increase resistance of aquatic organisms to microbial infections. In: *Diseases in Asian Aquaculture* (I. M. Shariff, R. P. Subasinghe and J. R. Arthus, eds.), p. 39-50. Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Manila, Philippines.
- Raa J., 1996. The use of Immunostimulatory Substances in Fish and Shellfish Farming. *Reviews in Fisheries Science*, 4(3), 229-288. CRC Press.
- Rørstad G., Aasjord P.M., Robertsen B., 1993. Adjuvant effects of yeast glucan in vaccines against furunculosis in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) *Fish Shellfish Immunol.*
- Sindermann C.J. 1977. Disease diagnosis and control in North American marine aquaculture. *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*. 6: 82-97.
- Smith V.J., Söderhäll K., 1983.  $\beta$ -1,3- glucan activation of crustacean hemocytes *in vitro* and *in vivo*. *Biol. Bull.*, 164, 299-314.
- Söderhäll K., Cerenius L., 1992. Crustacean immunity. In: *Annual Rev. of Fish Diseases*, pp 3-23 Vol 2. Pergamon Press, Oxford.
- Söderhäll K., Cerenius L., Johansson M.W., 1994. The prophenoloxidase activating system and its role in vertebrate defense. Primordial immunity: foundations for the vertebrate immune system. 712 of the *Ann. N.Y. Acad. Sci.*: 712:155-161.
- Song Y.L., Hsieh Y.T., 1994. Immunostimulation of tiger shrimp (*Penaeus monodon*) hemocytes for generation of microbicidal substances: analysis of reactive oxygen species. *Development and Comparative Immunology*, 18(3), 201-209.



- Song Y.L., Liu J.J., Chan L.C., Sung H.H., 1997. Glucan induced diseases resistance in tiger shrimp (*Penaeus monodon*). In: Gudding R., Lillehaug A., Midtlyng P. J., Brown F., eds. Fish Vaccinology. Pp. 413-421. Krager.
- Stirling H.P. & Phillips M.J., (1990). Water quality management for aquaculture and fisheries. BAFRU, Institute Aquaculture, University of Stirling, U.K.: 1-49.
- Strickland J.D. & Parson T.R., (1977). A practical handbook of seawater analysis. *Fish. Res. Board Can. Bull.*, 167: 245 pp.
- Sung H.H., Kou G.H., Song Y.L., 1994. Vibriosis resistance induced by glucan treatment in tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Fish Pathology*, 29 (1), 11-17.
- Sung H.H., Yang Y.L., Song Y.L., 1996. Enhancement of microbicidal activity in tiger shrimp (*Penaeus monodon*) via immunostimulation. *Journal of Crustacean Biology* 16(2), 278-284.
- Sung H.H., Chang H.J., Her C.H., Chang J.C., Song Y.-L., 1998. Phenoloxidase activity of hemocytes derived from *Penaeus monodon* and *Macrobrachium rosenberghii*. *J. of Invertebrate Pathology*. 71: 26-33.
- Supamattaya A. & Pongmaneerat F., 1998. The effect of MacroGard® on growth performance and health condition of black tiger shrimp. Scientific report, Princ of Songkhla University. 1-99.
- Thompson A., White A., Fletcher T.C., Houlian D.F., Secombes C.J., 1993. The effect of stress on the immune response of atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed diets containing different amounts of vitamin C. *Aquaculture*, 114, 1-18.
- Verlhac V., Obach A., Gabaudan J., Schuep W., Hole R., 1998. Immunomodulation of dietary vitamin C and glucan in rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). *Fish and Shellfish Immunology*, 8, 409-424.

# USO DI MARCATORI MOLECOLARI PER LO STUDIO DELLA VARIAZIONE GENETICA DI *MELICERTUS KERATHURUS* (CRUSTACEA, DECAPODA)

Marco Arculeo<sup>1</sup>, Rosalia Pellerito<sup>1</sup>, Sabrina Lo Brutto<sup>1</sup>, Francois Bonhomme<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Biologia Animale "G. Reverberi", Università di Palermo, Via Archirafi, 18, 90123 Palermo, Italy

<sup>2</sup> Institut des Sciences de l'Evolution, CNRS UMR5554, Université de Montpellier II, Station méditerranéenne de l'Environnement littoral, 1 quai de la Daurade, Sète 34200, France

**Key-words** *Melicertus Kerathurus*, variazione genetica, mtDNA, microsatellite, Mar Mediterraneo, Oceano Atlantico

## Riassunto

La diversità genetica di *Melicertus kerathurus* è stata studiata attraverso il polimorfismo stimato in 494 paia di basi del gene mitocondriale citocromo ossidasi I (COI) e in quattro loci microsatelliti. Sono state analizzate 11 popolazioni campionate da nove siti mediterranei e due dall'Oceano Atlantico. Una chiara differenziazione tra i campioni è stata evidenziata con entrambi i marcatori indicando che questi rappresentano un valido strumento per lo studio della variazione genetica di questa specie. I risultati ottenuti hanno messo in evidenza che in Mediterraneo sia avvenuta una recente espansione a seguito di una ricolonizzazione post glaciale da rifugio Atlantico.

## Summary

The genetic variation of *Melicertus kerathurus* was studied using the polymorphism detected in a 494 bp DNA segment of the mitochondrial COI gene and in 4 microsatellites loci. We analysed 11 sample sites, nine from the Mediterranean Sea and two from the Atlantic Ocean. A clear differentiation among sample sites was found indicating that both molecular markers are useful for the study of the genetic variation of this important fishery resources. Moreover, after a recent expansion, a postglacial recolonisation of the Mediterranean from an Atlantic refuge could be hypothesised.

## Introduzione

*Melicertus kerathurus* è una delle più importanti risorse di pesca per le marinerie mediterranee che si dedicano alla cattura di crostacei. È una specie bentonica a distribuzione Atlanto-Mediterranea, vive principalmente su substrati sabbio-fangosi da pochi metri di profondità fino ad un massimo di 90. Il ciclo vitale di questa specie è caratterizzato da una fase larvale che si effettua lontano dalle coste ed una fase post larvale e giovanile che si svolge in prossimità delle coste o di estuari con bassa salinità ed elevata produttività. Dato l'elevato valore economico, durante gli anni settanta, *M. kerathurus* è stato oggetto di numerose ricerche nel campo dell'acquacoltura (Lumare 1976). Purtroppo la scarsa resistenza alle condizioni di allevamento e la presenza di specie esotiche molto più resistenti e con migliori performance di crescita come i generi *Marsupenaeus* e *Metapenaeus* hanno ridotto l'interesse per questa specie.

Negli ultimi anni alcuni studi sono stati condotti per approfondire aspetti riguardanti la biologia, l'ecologia e il grado di sfruttamento in alcune aree della Sicilia e del Salento (Vitale *et al.* 2010). Recentemente, sono stati effettuati studi genetici al fine di valutare se questa specie, all'interno del suo areale, sia rappresentata da una o più unità gestionali (Pellerito *et al.*, 2009; Arculeo *et al.* 2009). In un primo momento, studi condotti con allozimi e su un numero limitato di campioni avevano evidenziato una bassa variazione genica e una mancanza di strutturazione (Mattoccia *et al.* 1987). Successivamente Zitari-Chatti *et al.* (2008; 2009) utilizzando due geni mitocondriali (COI e 16S) hanno evidenziato un ridotto flusso genico attraverso lo Stretto Siculo-Tunisino ipotizzando la presenza di almeno due stock geneticamente isolati nei due bacini, occidentale e orientale, del Mar Mediterraneo. Da questi risultati è emersa la necessità di studiare un campione più ampio per meglio comprendere il livello di strutturazione genetica di questa specie all'interno e all'esterno del Mediterraneo.

L'obiettivo del presente lavoro è stato quello di raccogliere dati sulla variazione genica di *M. kerathurus* al fine di verificare se questa specie all'interno del suo areale sia rappresentata da più unità popolazionali e se tale strutturazione possa avere implicazioni di tipo gestionale nel campo della pesca e dell'acquacoltura.

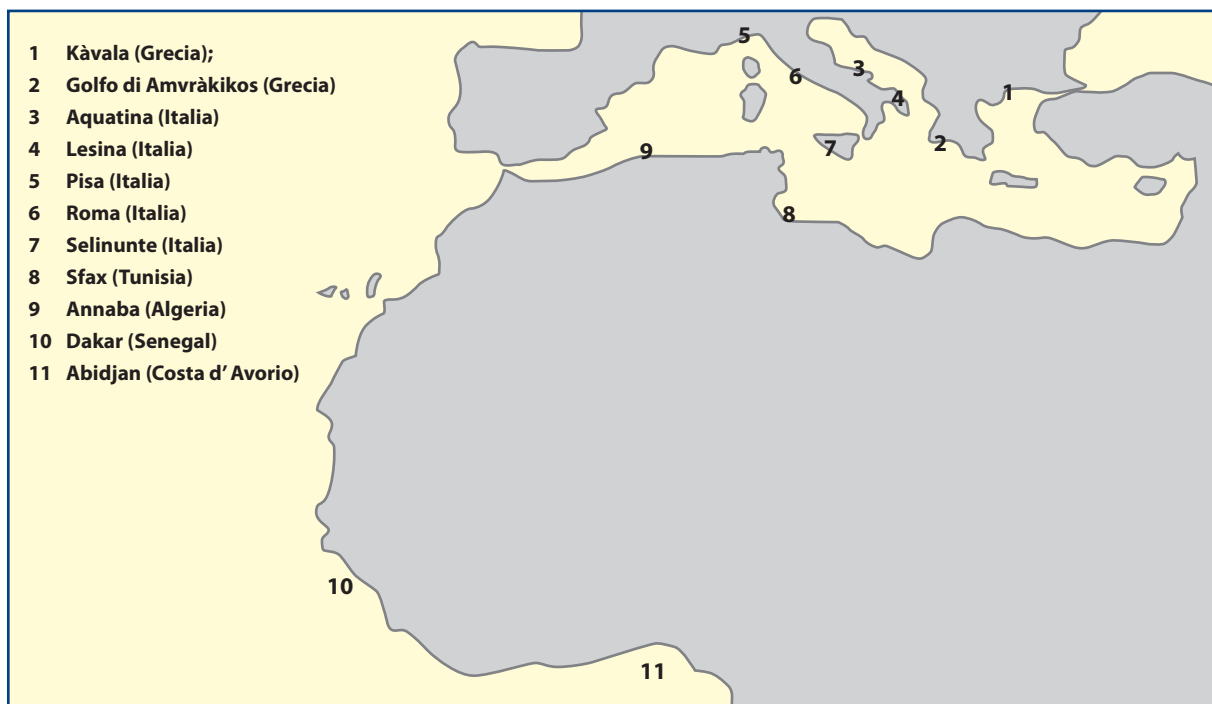
## Materiali e Metodi

### mtDNA

Sono stati analizzati 173 individui provenienti da 11 siti di campionamento, nove dal Mediterraneo e due dall'Oceano Atlantico (Fig. 1). Il DNA è stato estratto dai pleopodi utilizzando il kit Qiagen QIAamp Tissue kit. Per le analisi genetiche è stato utilizzato un amplificato di 494 paia di basi del gene COI (Citocromo Ossidasi subunità I). I primer utilizzati e le condizioni di amplificazione sono quelli riportati in Pellerito *et al.* (2009).

La diversità aplotipica e nucleotidica è stata calcolata utilizzando il software DNAsp 4.0. Il Minimum Spanning Network delle relazioni tra gli aplotipi è stato realizzato con l'algoritmo MINSPNET contenuto nel programma Arlequin 2.0. Sempre con lo stesso programma sono stati calcolati gli indici *F statistics*, la distanza genetica di Reynold e la varianza molecolare (AMOVA).

**Figura 1. Siti di campionamento: 1-Kàvala (Grecia); 2- Golfo di Amvràkikos (Grecia); 3-Aquatina (Italia); 4- Lesina (Italia) 5- Pisa (Italia); 6- Roma (Italia); 7- Selinunte (Italia); 8 -Sfax (Tunisia); 9- Annaba (Algeria); 10- Dakar (Senegal);11- Abidjan (Costa d' Avorio).**



### Microsatellite

Il DNA totale è stato estratto da 373 individui catturati in 10 località, nove dal Mediterraneo e uno dall'Oceano Atlantico. L'isolamento dei sette loci di cui solo quattro polimorfici e le successive condizioni di amplificazione sono riportate in Arculeo *et al.* (2009).

Il numero medio di alleli per locus, l'equilibrio di Hardy-Weinberg (HW) e la differenziazione genetica (*F-statistics*) tra i campioni è stata calcolata utilizzando il programma GENETIX 4.02 (Belkhir *et al.* 2001) e GENEPOP version 3.4 (Raymond e Rousset 2004). Il programma Micro-checker è stato utilizzato per identificare la presenza di alleli nulli (Oosterhout *et al.* 2004).

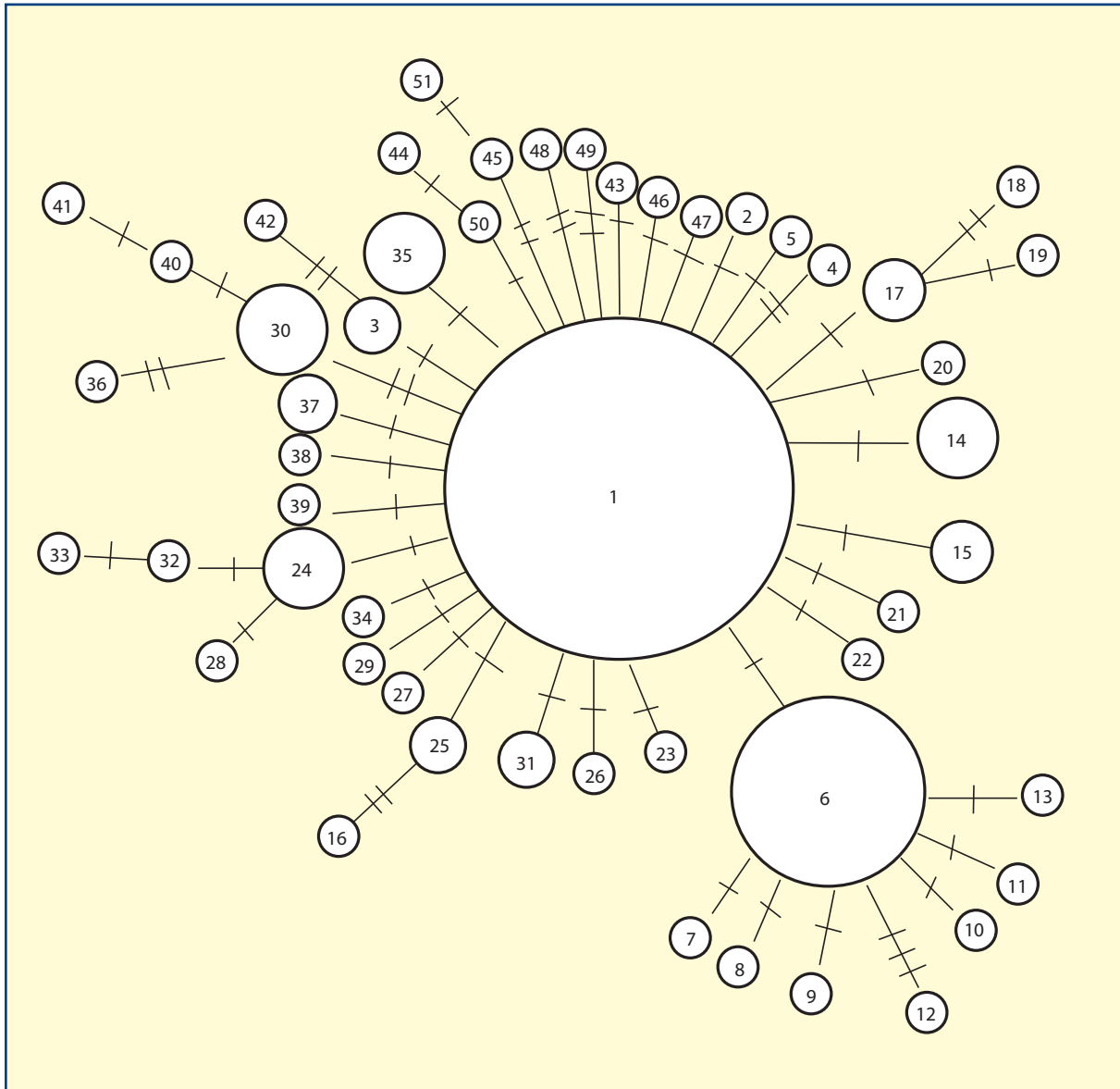
## Risultati

### mtDNA

L'analisi del gene COI (494 bp) ha permesso di identificare 51 aplotipi; l'aplotipo più comune è condiviso tra tutti i campioni tranne per il Golfo di Amvrakikos. Il numero di aplotipi per ogni sito di campionamento variava da un minimo di 2 (Lesina) ad un massimo di 15 (Abidjan). Il Minimum Spanning Network (Fig. 2) mostrava una configurazione "star-like shape" con la maggior parte degli aplotipi connessi con quello più comune principalmente attraverso una singola mutazione: 26 aplotipi con una o poche 'mutational step'. I valori medi della

diversità nucleotidica ed aptotipica sono risultati maggiori nei campioni Africani, mentre quelli più bassi in quelli del Mar Adriatico (Lesina e Aquatina) indicando che i campioni Atlantici e del Mediterraneo Occidentale risultavano più variabili.

**Figura 2. Minimum Spanning Network** La figura mostra le relazioni tra le mutazioni dei 51 haplotypes di *Melicertus kerathurus* individuati. Ogni barra rappresenta una singola mutazione. Gli aptotipi sono numerati e rappresentati da un cerchio di dimensione differente in base alla loro frequenza.

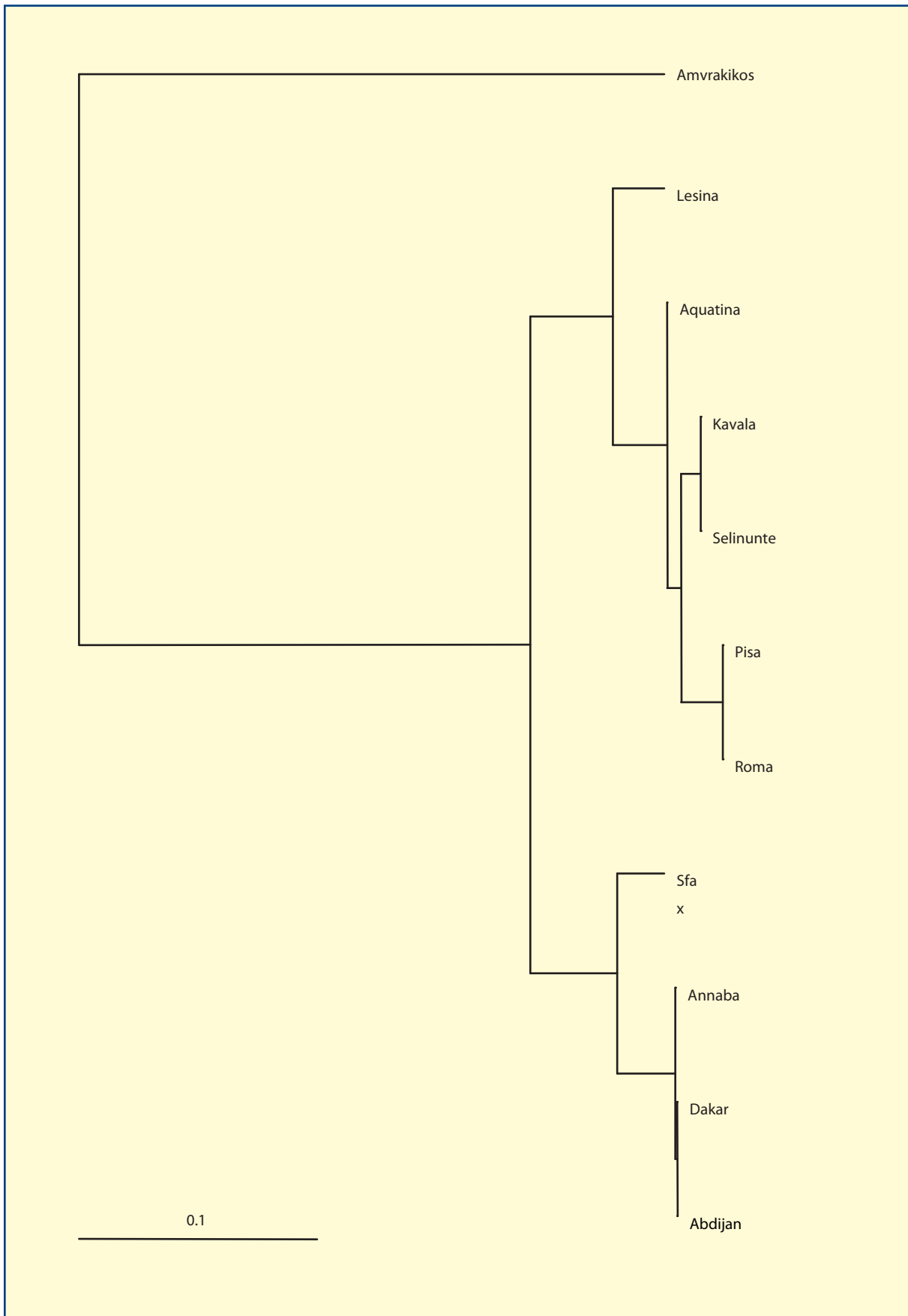


La costruzione del dendrogramma basato sulla distanza di Reynold tra i campioni ha evidenziato la presenza di due cluster, uno rappresentato dai campioni Atlantici e del Mediterraneo Occidentale, l'altro dai campioni Adriatici e del Mediterraneo Centrale con l'unica eccezione del campione del Golfo di Amvrakikos che si isola da tutti (Figura 3).

L'analisi della varianza molecolare (AMOVA) ha evidenziato differenze significative tra i campioni ( $F_{st} = 0.194$ ,  $p < 0.001$ ) dovuto principalmente al sito di Amvrakikos e, comunque, anche se questo veniva escluso dalla analisi il valore di differenziazione genica risultava sempre significativo ( $F_{st} = 0.044$ ,  $p < 0.001$ ).

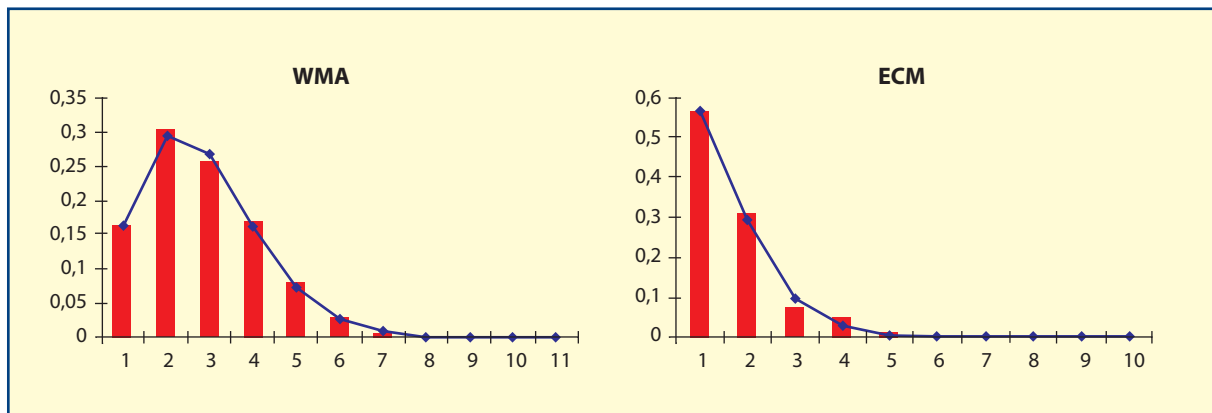
Per valutare la storia demografica di questa specie è stata presa in esame la "mismatch distribution" che ha evidenziato un andamento descritto da una curva unimodale (Figura 4), pattern associato da attribuirsi ad una recente espansione della popolazione.

Figura 3. Distanza Neighbor-joining (NJ) di Reynolds tra i campioni.





**Figura 4. Pairwise mismatch distributions established for ECM and WMA groups of sample sites. Black bars represent the observed frequency of the pairwise differences, while the solid line shows the expectation based on a model of sudden demographic expansion.**



### Microsatelliti

Il numero di alleli per locus identificati dall'analisi dei quattro loci polimorfici è risultato compreso tra 2 e 14. Il numero di alleli per locus è risultato molto simile a quello ottenuto da Valles-Jimenez *et al.* (2005) in *Litopenaeus vannamei*, ma inferiore a quello osservato in altri peneidi (Benzie 2000; Xu *et al.* 2001). Il calcolo dell'eterozigosità media osservata ed attesa mostrava un deficit di eterozigoti con deviazione significativa dall'equilibrio di Hardy-Weinberg in tre dei quattro loci esaminati anche dopo correzione di Bonferroni ( $F_{is} = 0.21$ ,  $p < 0.05$ ). Tale deviazione può essere attribuita a diversi fattori come l'inbreeding, presenza di alleli nulli, effetto Wahlund o a forze selettive che agiscono contro gli eterozigoti. Nel nostro caso si potrebbe ipotizzare all'influenza di questi due ultimi fattori.

L'eterogeneità genetica tra i campioni valutata attraverso l'indice  $F_{st}$  medio ha evidenziato una significativa strutturazione ( $F_{st} = 0.18$ ,  $p < 0.05$ ); tale strutturazione si mantiene anche con l'esclusione del campione del Golfo di Amvrakikos.

### Discussioni

La variazione genetica di *M. kerathurus*, analizzata con marcatori mitocondriali e nucleari, è risultata molto bassa e in parte simile a quella riportata in altre specie di crostacei (Benzie 2000) ed ha evidenziato che questa specie all'interno della sua area di distribuzione presenta un moderato grado di strutturazione. Tale risultato conferma l'efficacia dei marcatori utilizzati anche se questi, per le loro peculiarità, avrebbero potuto dare risultati contrastanti; infatti, il marcatore mitocondriale differisce principalmente dal nucleare per la dimensione (minore nel mtDNA) e la modalità di trasmissione. Inoltre, eventi storici come riduzione della dimensione di popolazione (collo di bottiglia) o l'effetto fondatore influenzano maggiormente la diversità del mtDNA piuttosto che dei loci nucleari.

I nostri risultati sulla eterogeneità trovano affinità con quelli riportati da Zitari-Chatti *et al.* (2008; 2009) lungo le coste della Tunisia dove il ridotto flusso genico tra i campioni esaminati sembra essere attribuito al regime idrografico (spostamenti di masse d'acqua) e dal ciclo biologico di questa specie che è strettamente dipendente dalla salinità. Entrambi i fattori influenzano la dispersione geografica evidenziando una tipica distribuzione a "patch".

Il basso grado di variazione genetica riscontrato in questa specie e la moderata eterogeneità genetica impone estrema cautela nell'uso di questa importante risorsa sia dal punto di vista della pesca sia dell'acquacoltura. Infatti, un eccessivo sfruttamento ed un uso inappropriato ai fini dell'allevamento contribuirebbe ulteriormente alla riduzione della variazione genetica e delle dimensioni delle popolazioni. Piani di intervento adeguati che usano un approccio ecosistemico nel rispetto del codice di condotta della FAO per una pesca responsabile, potrebbero garantire, nel tempo, il mantenimento di catture adeguate a soddisfare gli attuali livelli economici degli operatori del settore (principalmente pescatori che esercitano la pesca con attrezzi fissi) ipotizzando attività integrative come quelle di ripopolamento e/o di allevamento.

## Bibliografia

- Arculeo M., Pellerito R., Bonhomme F. (2010) Isolation and use of microsatellite loci in *Melicertus kerathurus* (Crustacea, Penaeidae). *Aquatic Living Resources*, 23: 103-107.
- Belkhir K., Borsa P., Chikhi L., Raufaste N. & Bonhomme F. (2001) GENETIX 4.02, Logiciel sous windows TM pour la Genetique des Populations. Laboratoire Gènome, Populations, Interactions. CNRS UMR 5000, Université de Montpellier II, Montpellier, France.
- Benzie J.A.H. (2000) Population genetic structure in penaeid prawns. *Aquaculture Research* 31, 95-119.
- Lumare F. (1976) Research on the reproduction and culture of shrimp *Penaeus kerathurus* in Italy. General Fisheries Council for the Mediterranean. *Studies and Reviews* 55, 35-48.
- Mattoccia M., La Rosa G., De Mattheis E., Coboldi-Sbordoni M., Sbordoni V. (1987) Patterns of genetic variability in Mediterranean populations of *Penaeus kerathurus* (Crustacea Decapoda). In: Tiews K (ed) Selection, hybridization and genetic engineering in aquaculture. Heenemann-Verlag, Berlin, pp 131-142.
- Oosterhout C.V., Hutchinson W.F., Wills D.P. & Shiply P. (2004) Micro-checker: software for identifying and correcting genotyping errors in microsatellite data. *Molecular Ecology Notes* 4, 535-538.
- Pellerito R., Bonhomme F., Arculeo M. (2009) Recent expansion of Northeast Atlantic and Mediterranean populations of *Melicertus (Penaeus) kerathurus* (Crustacea: Decapoda). *Fisheries Sciences*. 75:1089-1095.
- Raymond M. & Rousset F. (2004) GENEPOP version 3.4: population genetics software for exact test and ecumeneism, Available at: <http://wbiomed.curtin.edu.au/genepop/html>.
- Valles-Jimenez R., Cruz P., Perez-Enriquez R. (2005) Population genetic structure of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) from Mexico to Panama : Microsatellite DNA variation. *Marine Biotechnology* 6, 475-484.
- Vitale S., Cannizzaro L., Lumare L., Mazzola S. (2010) Population parameters of *Melicertus kerathurus* (Decapoda, Penaeidae) in southwest sicilian shallow waters (Mediterranean sea) using length-frequency analysis. *Crustaceana*, 83: 997-1007.
- Xu Z., Primavera J.H., de la Pena L.D., Pettit P., Belak J. & Alcivar-Warren A. (2001) Genetic diversity of wild and cultured black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) in the Philippines using microsatellites. *Aquaculture* 199, 13-40.
- Zitari-Chatti R., Chatti N., Elouaer A. & Said K. (2008) Genetic variation and population structure of the camarote prawn *Penaeus kerathurus* (Forsk.) from the eastern and western Mediterranean coasts in Tunisia. *Aquaculture Research* 39, 70-76.
- Zitari-Chatti R., Chatti N., Fulgione D., Chiazza I., Aprea G., Elouaer A., Said K. & Capriglione T. (2009) Mitochondrial DNA variation in the camarote prawn *Penaeus (Melicertus) kerathurus* across a transition zone in the Mediterranean Sea. *Genetica* DOI 10.1007/s10709-008-9344-9.

## **ALIMENTAZIONE E PREDAZIONE IN NATURA DI *MELICERTUS KERATHURUS***

**Ermelinda Prato, Michele Pastore, Isabella Parlapiano, Francesca Biandolino**

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC) – CNR Talassografico "A. Cerruti", 74100 Taranto

e-mail: linda.prato@iamc.cnr.it

### **Summary**

Il presente lavoro illustra il comportamento alimentare di *M. kerathurus* in ambiente naturale. L'esame dei contenuti stomacali ha evidenziato l'estrema adattabilità alimentare del gambero che appare di tipo opportunistico. In particolare, si è evidenziato come le diverse abitudini alimentari possono prevalere l'una su l'altra a seconda della disponibilità di prede disponibili nell'ambiente in cui esso vive.

Il *M. kerathurus* mostra in generale un ampio spettro alimentare a regime tipicamente carnivoro con una spiccata preferenza di prede bentoniche. La dieta tende a variare quantitativamente nell'arco dell'anno, con l'approssimarsi dell'estate, il gambero migra in acque basse (dove trova acque più calde e salinità più bassa rispetto alle aree circostanti per la presenza di sbocchi a mare di piccoli fiumi) per completare la maturazione degli ovari, cui segue l'emissione delle uova. L'attività predatoria in questo periodo è risultata notevolmente alta probabilmente in relazione all'ingente fabbisogno energetico.

Qualitativamente la dieta del peneide rivela la presenza costante di Crostacei, Molluschi e Anellidi, con una tendenza ad una maggiore diversificazione durante i mesi estivi. L'attività predatoria è rivolta soprattutto a piccoli crostacei in particolare Anfipodi e a prede scarsamente mobili del sedimento come Bivalvi, Gasteropodi e Anellidi.

La presenza nel contenuto stomacale di piccoli frammenti di esoscheletro di gamberi è da considerare non tanto una indicazione dell'instaurarsi di una condizione di cannibalismo tra gli animali, quanto una risorsa per rigenerare le riserve di chitina, essenziale per i processi fisiologici dell'accrescimento.

L'occasionale presenza di frammenti di cefalopodi e di squame cicloidi di pesci ad abitudine sedentaria (probabilmente Gobidae), in un ristretto numero di stomaci, confermerebbe il carattere di predatore carnivoro che occasionalmente si comporta da necrofago opportunistico.

**Key words:** *Melicertus kerathurus*, contenuti stomacali, prede.

### **Introduzione**

*Melicertus kerathurus* noto con il nome volgare di mazzancolla o gambero imperiale è una specie Atlantico-Mediterranea che predilige fondali sabbiosi e fangosi di basse profondità (0-90m) (FAO, 2007). La sua disponibilità sui fondali di pesca, associata al suo elevato valore economico, contribuiscono all'attività e all'economia di molte marinerie mediterranee.

In considerazione dell'elevato valore commerciale di questa risorsa per l'intero bacino mediterraneo, è evidente la necessità di acquisire informazioni sulla specie.

In passato, il gambero imperiale, è stato oggetto di studio sulla riproduzione e maturazione ovarica in cattività (San Feliu, 1964; Lumare *et al.*, 1973, 1973a; Lumare 1976, 1979, 1979a; Samocha & Lewinshon, 1977). Inoltre esistono informazioni sulla biologia riproduttiva, accrescimento e dinamica di popolazione della specie in ambiente naturale (Lumare, 1979; Lumare & Scordella, 2001). Poche, invece, sono le notizie riguardanti la sua dieta (Piscitelli & Scalera Liaci, 1985; Piscitelli, 1986; Pastore *et al.*, 2001).

Esso occupa una posizione intermedia nella rete trofica, che lo rendono fondamentale nella canalizzazione d'energia, dalla produzione planctonica ai predatori di ordine superiore. Si comprende quindi quanto studi sulle relazioni trofiche e sulle preferenze alimentari siano strumenti basilari per la comprensione del funzionamento dell'ecosistema marino. Lo studio del regime alimentare di una specie, infatti, rappresenta un aspetto fisiologico ed ecologico importante per una corretta comprensione del funzionamento e dello stadio evolutivo dell'ecosistema in cui essa vive.

La qualità e la quantità di cibo sono tra i fattori esogeni più importanti che influenzano la crescita, la maturazione e la mortalità (Wootton, Tradizionalmente, le informazioni sulla qualità e quantità di cibo svolgono un ruolo chiave per la determinazione della ripartizione delle risorse tra le specie (Macpherson, e della selezione delle prede Kohler e Ney, 1982) forniscono informazioni sulle dimensioni delle relazioni preda-predatore (ad esempio, Pauly, *et al.*,

Corresponding author: Ermelinda Prato *e-mail*: linda.prato@iamc.cnr.it; Tel:+300994542210

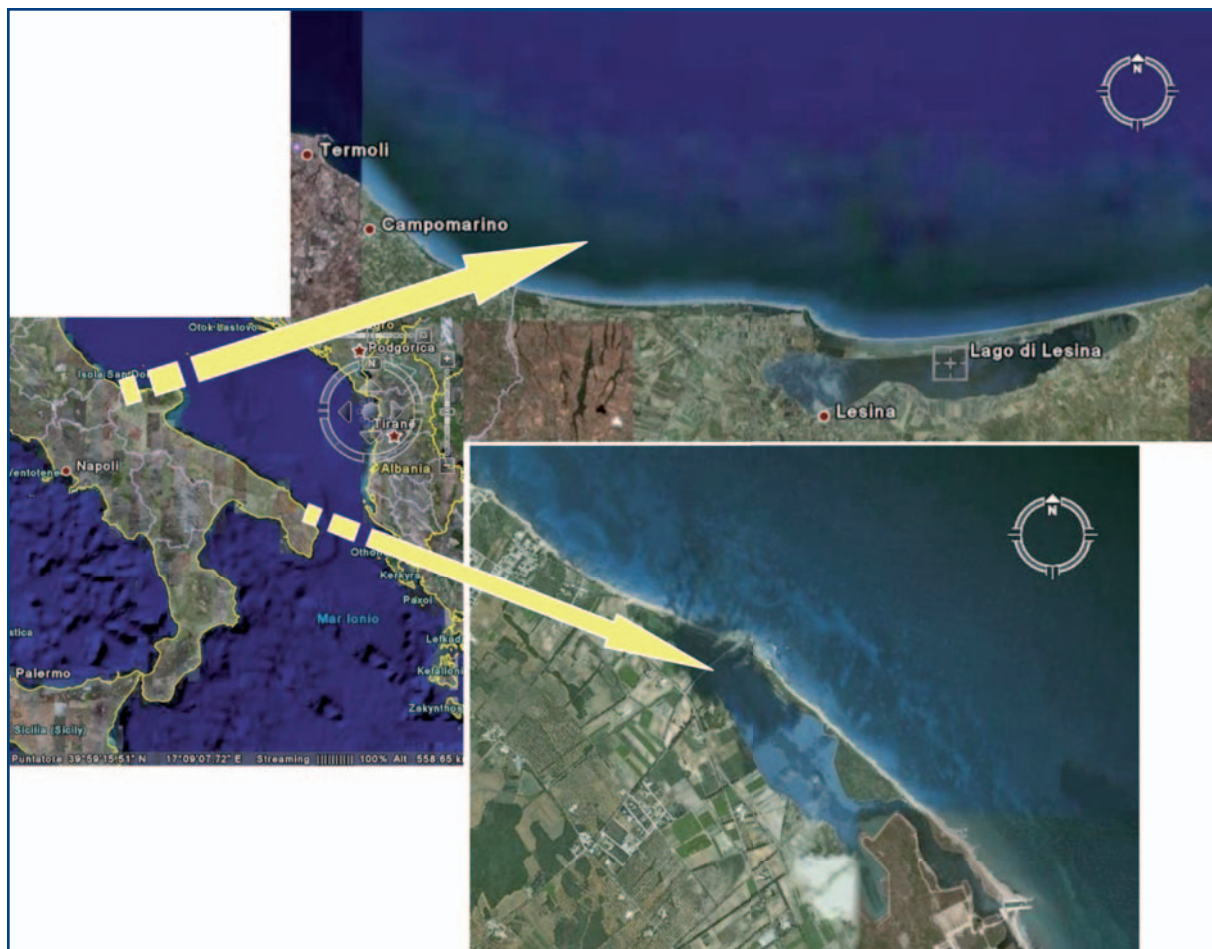
Dati relativi alla composizione della dieta risultano essenziali per la stima dei livelli trofici (Pauly *et al.*, di fondamentale importanza per la gestione delle risorse degli ecosistemi acquatici.

Scopo del presente studio è quello di poter contribuire alla conoscenza dell'ecologia trofica di *Melicertus kerathurus*, e dei suoi potenziali predatori, allo scopo di fornire conoscenze indispensabili per la gestione di tale risorsa.

## Materiali e Metodi

I dati utilizzati sono stati ottenuti nell'ambito di alcuni progetti svolti negli ultimi anni. I *Melicertus kerathurus* sottoposti all'analisi dei contenuti stomacali sono stati catturati nella laguna di Acquatina (costa sud orientale della Puglia), nell'area di mare prospiciente la linea di costa tra Termoli e la laguna di Lesina (costa nord orientale della Puglia), fino alla batimetria di 30 m.

**Figura 1. Aree di studio.**



In laboratorio i gamberi sono stati sottoposti al rilievo dei principali parametri biometrici (peso e lunghezza totale). Inoltre, si è provveduto ad eseguire l'asportazione dell'apparato digerente al fine di ottenere informazioni circa la dieta naturale. Il contenuto di ogni stomaco è stato osservato al microscopio ottico per individuare e

determinare le categorie alimentari presenti. Per ogni categoria alimentare tutti gli individui sono stati contati e pesati mediante una bilancia di precisione elettronica ( $\pm 0.0001$ ).

Nei casi in cui il contenuto stomacale risultava sminuzzato o parzialmente digerito si è risaliti al numero delle prede presenti attraverso il conteggio delle strutture più resistenti (capsule cefaliche, gusci, carapaci, valve, ecc...).

L'analisi dei dati ha consentito di valutare l'intensità predatoria del gambero mediante il coefficiente di replezione stomacale, secondo la seguente formula:

C.R.=  $N_p/N_p+N_v \times 100$  dove:

$N_p$ = numero stomaci pieni;

$N_v$ = numero stomaci vuoti

Il contributo di ogni preda (specie o taxa) alla dieta di ciascuna specie è stato esaminato attraverso la: Frequenza percentuale di ritrovamento %F: inteso come la percentuale di stomaci contenenti almeno un individuo di una determinata preda; e la percentuale in numero %N: ovvero la percentuale degli individui di una determinata preda, rispetto al numero complessivo di prede presenti nell'insieme degli stomaci non vuoti.

Sugli items ritrovati nei contenuti stomacali, è stato applicato l'indice di Shannon (Pielou, 1969); Per verificare eventuali differenze significative dei dati relativi coefficiente di replezione nei diversi mesi di cattura è stata utilizzata l'analisi della varianza (ANOVA) (Statgraphics®, Version 2.1) software package. Al fine di ottenere una visione sintetica degli spettri alimentari dei gamberi nei diversi mesi di campionamento è stata effettuata non-metric MultiDimensional Scaling (MDS) XLSTAT Version 2010.3.02 (Addinsoft, 1995-2010).

Per poter quantificare l'importanza del gambero nella dieta dei predatori è stato utilizzato l'indice di importanza relativa (IRI, Pinkas *et al.*, 1971). Calcolato come segue:

$$IRI = \%F \times (\%N + \%P)$$

Inoltre è stato valutato, il contributo percentuale di ciascuna preda *i-esima* al valore totale (%IRI) (Cortès, 1997).

## Risultati

### *L'area di mare tra Termoli e la laguna di Lesina*

In quest'area sono stati esaminati 566 stomaci di *M. kerathurus*. L'analisi dei contenuti stomacali ha portato all'individuazione di 62 categorie alimentari; per alcune di esse è stato possibile il riconoscimento a livello di genere e specie e per un numero totale di 1605 prede (Tab. 1).

In tabella 1 è riportato l'elenco generale delle prede rinvenute negli stomaci del peneide.

La valutazione dell'intensità predatoria ha consentito di osservare un valore abbastanza alto in tutti gli esemplari indagati nei diversi periodi con un minimo registrato in settembre 2006 (75%) e un massimo in giugno'06 (100%) (Tab. 2)

In generale il coefficiente di replezione mostra valori alti nei mesi più caldi e valori più bassi in autunno, con un minimo in settembre (75%). L'analisi della comparazione multipla ha evidenziato differenze significative tra i coefficienti di replezione dei campioni (ANOVA,  $p < 0,001$ ), sebbene la *post-hoc* (Tukey test) non ha evidenziato differenze significative tra i valori di Luglio e Ottobre'06, Ottobre e Novembre '06 e Marzo e Settembre '07 (Tukey test,  $p > 0,05$ ).

Per caratterizzare qualitativamente lo spettro alimentare è stato calcolato l'indice di frequenza di ritrovamento mensile (F%) dei diversi items (Fig. 2). La categoria alimentare più frequente negli stomaci dei gamberi esaminati è rappresentata dai Molluschi (35%), seguita dagli Anfipodi e dagli Anellidi con una rispettiva frequenza del 26 e del 18%. Una frequenza di predazione più bassa è da attribuire ad alcuni peracaridi (Tanaidacei, Isopodi, Cumacei e Misidacei) e ad alcuni piccoli crostacei come Ostracodi, Eufusiacei e Leptostraci. Inoltre una Frequenza percentuale pari al 5,3% è da attribuire a Crostacei Decapodi. Molto spesso all'interno degli stomaci era presente fango o sabbia con evidenti Foraminiferi e talvolta sono stati individuati parassiti, in particolare Nematodi.

Per quel che riguarda la percentuale del numero (%N) degli individui di una determinata preda, rispetto al numero complessivo di prede presenti nell'insieme degli stomaci non vuoti, gli Anfipodi hanno rappresentato la categoria di prede più abbondante (36,13%), seguiti dai Molluschi (30,03%) e i Anellidi con il 16,38% (Fig. 3).

Gli Anfipodi, inoltre hanno rappresentato la categoria trofica in cui si sono riconosciuti il più alto numero di ge-



neri (14 generi), tra questi gli individui maggiormente predati appartenevano al genere *Ampelisca sp.*, (31,38% sul totale degli Anfipodi), seguito dal genere *Corophium sp.* e *Gammarus sp.* 7 generi invece sono stati i generi individuati per i Foraminiferi e 6 per gli Anellidi (Fig. 4).

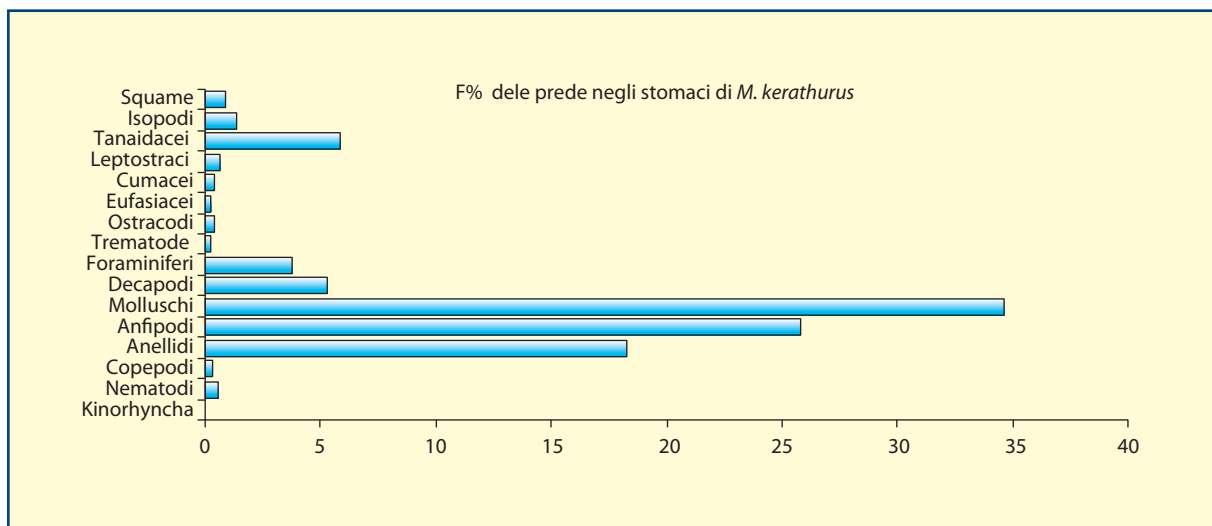
**Tabella 1. Elenco delle prede rinvenute negli stomaci di *M. kerathurus*.**

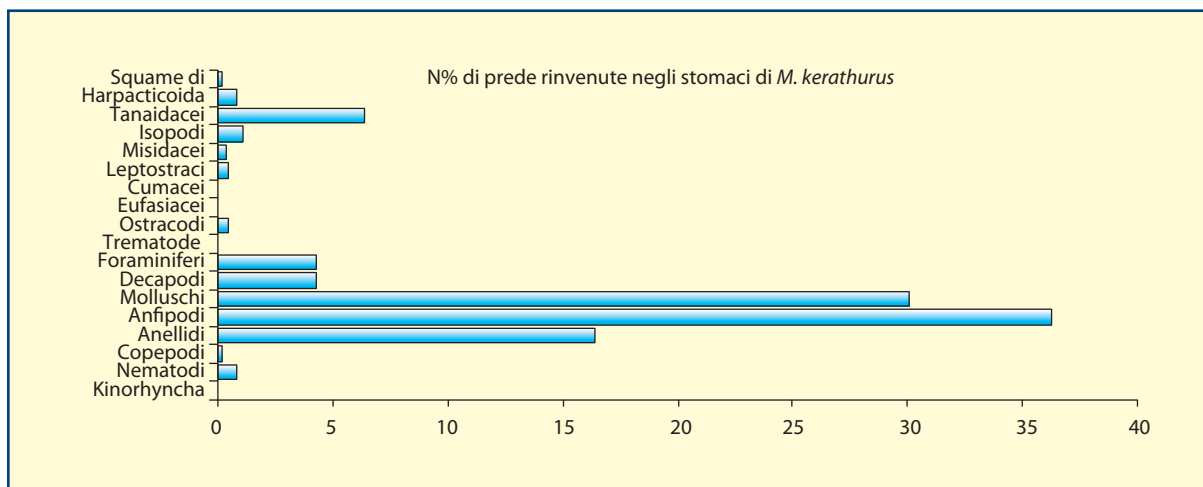
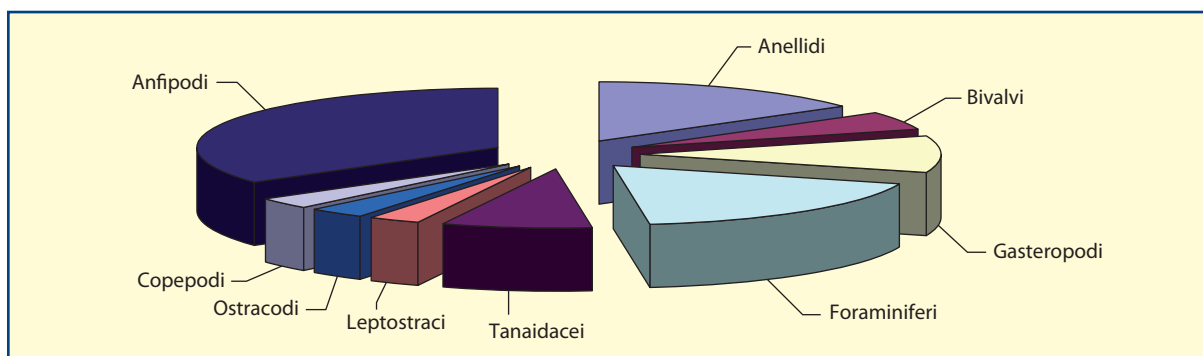
<b>Trematoda</b>	<i>Amphitoe sp.</i>	<i>Cibicides sp.</i>
<b>Nematoda</b>	<i>Hyppomedon sp.</i>	<i>Globigerina sp.</i>
<i>Monhystera parva</i>	<i>Bathyporeia sp.</i>	<i>Globorotalia sp.</i>
<b>Aschelminthes</b>	<b>Leptostraca</b>	<i>Anomalinoidea sp.</i>
<i>Pycnophyes communis</i>	<i>Nebalia bipes</i>	<i>Texularia sp.</i>
<b>Crustacea</b>	<b>Cumacea</b>	<i>Nonion sp.</i>
<b>Copepoda</b>	<i>Bodotria sp.</i>	<i>Quinqueloculina sp.</i>
<i>Harpacticoida</i>	<b>Mysidacea</b>	<b>Mollusca</b>
<b>Ostracoda</b>	<b>Isopoda</b>	<b>Bivalvia</b>
<b>Eufasiacea</b>	<b>Tanaidacea</b>	<i>Nucula nucleus</i>
<b>Amphipoda</b>	<i>Tanais sp.</i>	<i>Gouldia sp.</i>
<i>Ampelisca sp.</i>	<i>Leptochelia sp.</i>	<b>Gastropoda</b>
<i>Microdeutopus sp.</i>	<i>Apseudes sp.</i>	<i>Bittium sp.</i>
<i>Dexamine sp.</i>	<b>Annelida</b>	<i>Odostomia sp.</i>
<i>Urothoe sp.</i>	<i>Neanthes sp.</i>	<i>Truncatella sp.</i>
<i>Gammarus sp.</i>	<i>Hediste sp.</i>	<b>Scaphopoda</b>
<i>Lysianassa sp.</i>	<i>Dorvillea rubrovittata</i>	<i>Dentalium sp.</i>
<i>Gammarellus sp.</i>	<i>Owenia sp.</i>	<b>Cephalopoda</b>
<i>Elasmopus sp.</i>	<i>Lumbrinereis sp.</i>	<i>Squame di pesci</i>
<i>Leucothoe sp.</i>	<i>Sabellidae</i>	
<i>Corophium sp.</i>	<b>Foraminifera</b>	

**Tabella 2. N° di stomaci esaminati e coefficienti di replezione (C.R.) durante l'intero periodo di indagine.**

	N° stomaci esaminati	C.R.
Giugno '06	12	100
Luglio '06	14	78,6
Settembre '06	78	75
Ottobre '06	99	78,8
Novembre '06	97	80,41
Marzo '07	109	87,16
Giugno '07	113	92,03
Luglio '07	27	96,29
Settembre '07	17	88,23

**Figura 2. Percentuale di stomaci contenenti almeno un individuo di una determinata preda.**



**Figura 3. Numero percentuale di ritrovamento (N%) delle specie predate da *M. kerathurus*.****Figura 4. Abbondanze del numero dei generi determinati per ciascun gruppo tassonomico.****Tabella 3. N° di stomaci esaminati e coefficienti di replezione (C.R.) durante l'intero periodo di indagine.**

	N° stomaci esaminati	C.R.
Agosto '06	30	36,7
Settembre '06	101	30,7
Ottobre '06	38	0
Novembre '06	1	100
Dicembre '06	15	0
Marzo '07	1	0
Maggio '07	10	0
Giugno '07	1	0
Luglio '07	73	30,7
Agosto '07	52	21,15

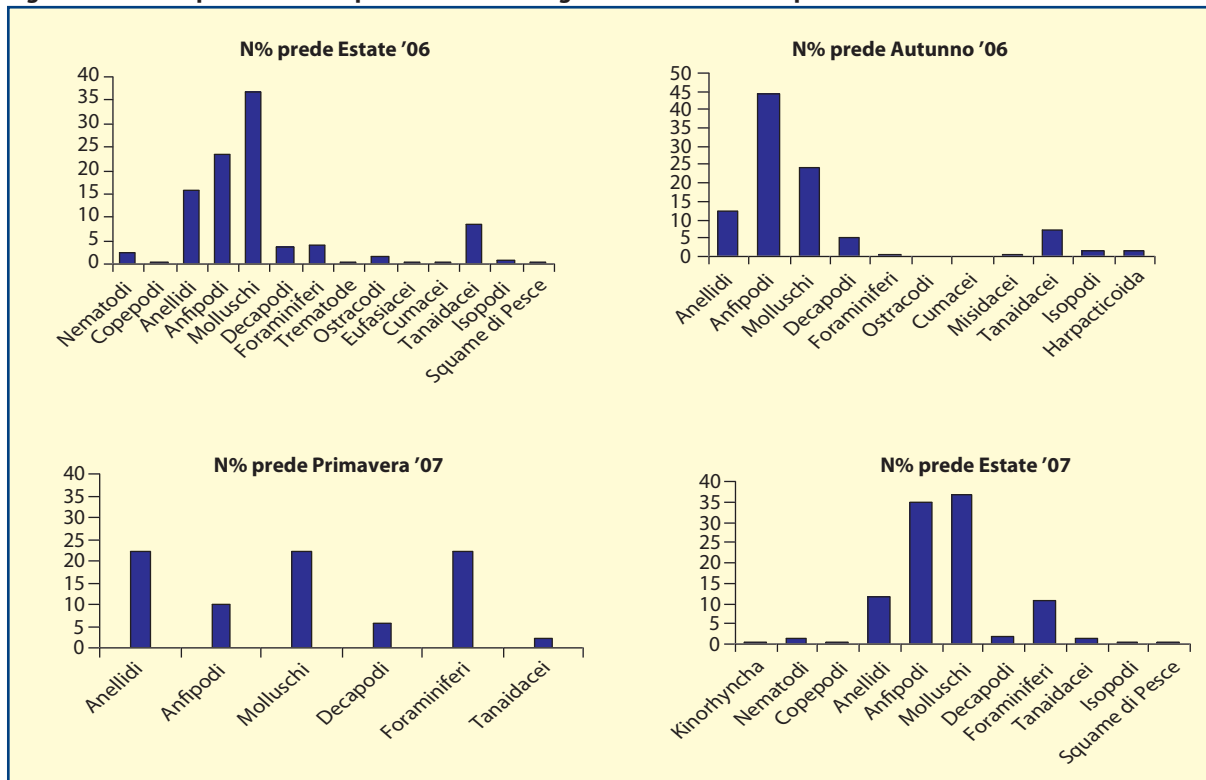
Durante le campagne estive e la campagna autunnale i Molluschi e gli Anfipodi hanno rappresentato la categoria trofica numericamente più abbondante negli stomaci dei gamberi esaminati. Mentre nel periodo invernale, la maggiore percentuale è da attribuire ad Anellidi, Molluschi e Foraminiferi (Fig. 5).

I risultati dell'analisi di ordinamento mediante *nMDS*, sul numero di prede ritrovate negli stomaci nei diversi mesi di campionamento fornisce una visione sintetica dello spettro alimentare del gambero imperiale (Figura 6). L'ordinamento risultante appare molto buono, come indicato dal basso valore di stress (0.14).

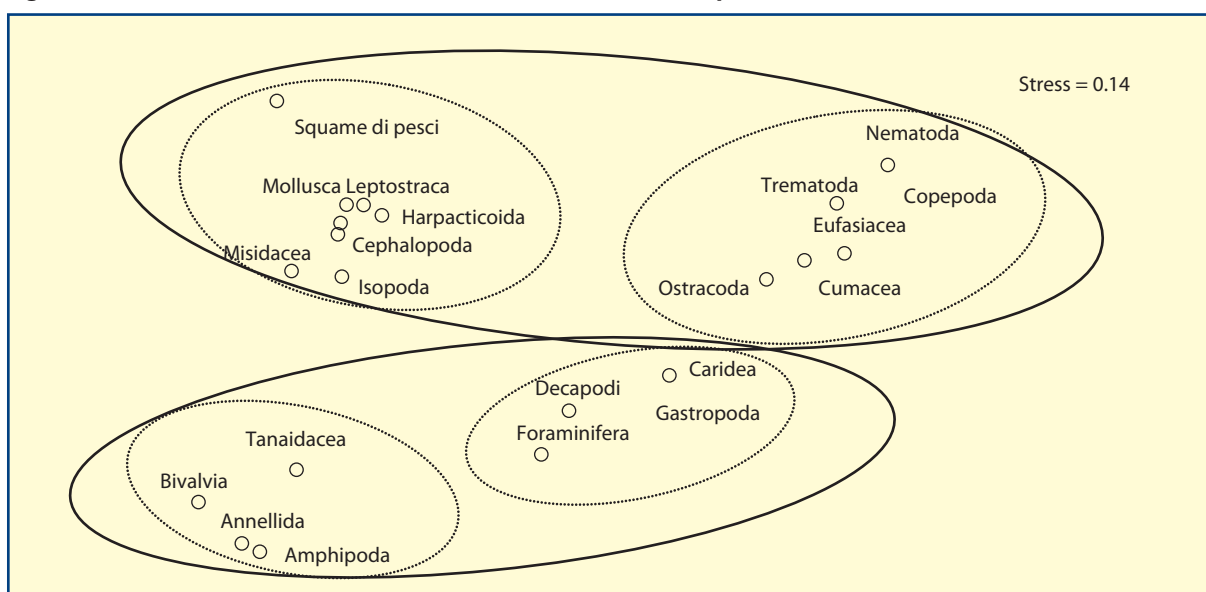
La distribuzione spaziale delle prede individua un primo gruppo nella porzione inferiore caratterizzato da prede presenti più frequentemente negli stomaci dei gamberi nei diversi periodi di cattura; all'interno dello stesso gruppo si possono separare due sottogruppi uno a sinistra caratterizzato dalle prede numericamente più abbondanti e uno a destra da quelle meno abbondanti. Il raggruppamento in alto è stato caratterizzato da prede che occasionalmente sono state presenti negli stomaci e a destra si sono raggruppate le prede con valori di abbondanza più alti rispetto a quelle a sinistra.

L'analisi della diversità specifica valutata attraverso l'indice di Shannon evidenzia una buona diversità ( $H' = 1.69$ ). L'indice di omogeneità è risultato pari a  $J = 0.59$ , indicando una discreta omogeneità delle specie rinvenute negli stomaci dei gamberi.

**Figura 5. Numero percentuale di prede rinvenute negli stomaci nei diversi periodi di cattura.**



**Figura 6. Analisi nMDS condotta sulla matrice di abbondanza delle prede.**



#### Laguna di Acquatina

*M. kerathurus* penetra nel bacino di Acquatina allo stadio giovanile, in luglio-agosto, ma presto ritorna in mare per svernare da adulto. Alcuni esemplari possono rimanere nel lago e se le condizioni ambientali non sono sfavorevoli possono continuare ad accrescersi fino alla primavera successiva. (Lumare e Lumare, 2008).

Durante lo stesso periodo di studio Lumare e Lumare, (2009) nell'ambito di studio sulla dinamica di popolazione del *M. kerathurus* all'interno della laguna, riportano, una prima rimonta del novellame nel mese di Agosto 2006, con individui di taglia media di 60 mm, cui corrisponde anche un incremento della taglia media nel mese di settembre. I mesi successivi sono stati caratterizzati da pochi esemplari di taglia maggiore con un massimo raggiunto in giugno dall'unico individuo catturato (LT = 107,8mm). La seconda montata di novellame corrisponde a luglio 2007 dove giovanili di 1,5-2 mesi di vita con LT comprese tra 31,3 e 60,5 mm, penetrano nella laguna e continuano ad incrementare la loro taglia fino a settembre.

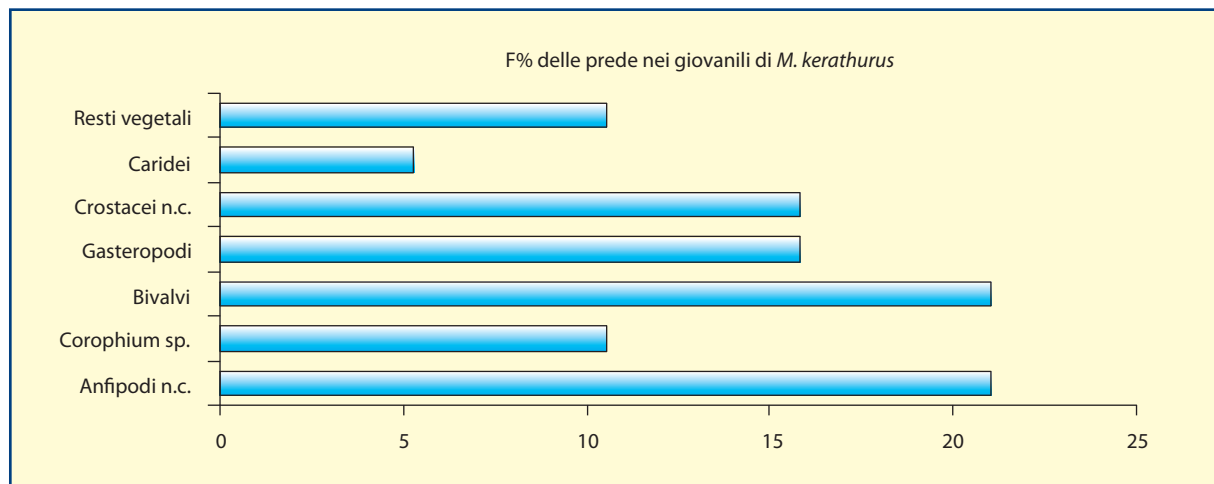
Per quel che riguarda l'analisi dei contenuti stomacali dei gamberi catturati nel bacino, sono stati analizzati complessivamente 322 stomaci di giovanili di peneide.

L'analisi del coefficiente di replezione di molti stomaci non ha potuto fornire alcun dato attendibile, o perché completamente vuoti o perché il contenuto stomacale risultava completamente decomposto, pertanto l'identificazione si è rivelata alquanto problematica a causa della frammentarietà dei resti dove molto spesso mancavano i caratteri diagnostici più significativi. Il coefficiente di replezione determinato nel mese di Novembre 2006 si riferisce ad un unico stomaco caratterizzato dalla presenza esclusiva di *Corophium sp.*

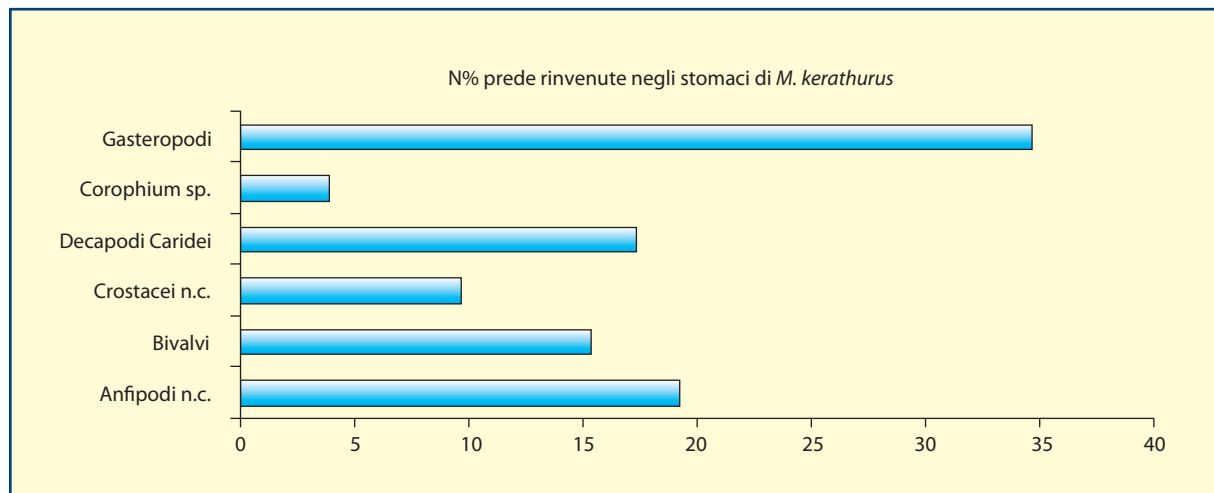
Per caratterizzare qualitativamente lo spettro alimentare è stato calcolato l'indice di frequenza di ritrovamento mensile (F%) dei diversi items. Gli Anfipodi, e i Bivalvi risultano le categorie alimentari con indice di frequenza più elevato, seguite da Gasteropodi e Crostacei n.c. (Fig. 7).

Il numero di prede (N%), sull'intero contenuto stomacale, evidenziano che le prede identificate sono essenzialmente categorie alimentari dotate di strutture resistenti (capsule cefaliche, gusci, carapaci, valve, ecc) Fig. 8.

**Figura 7. Frequenza % di stomaci contenenti almeno un individuo di una determinata preda.**

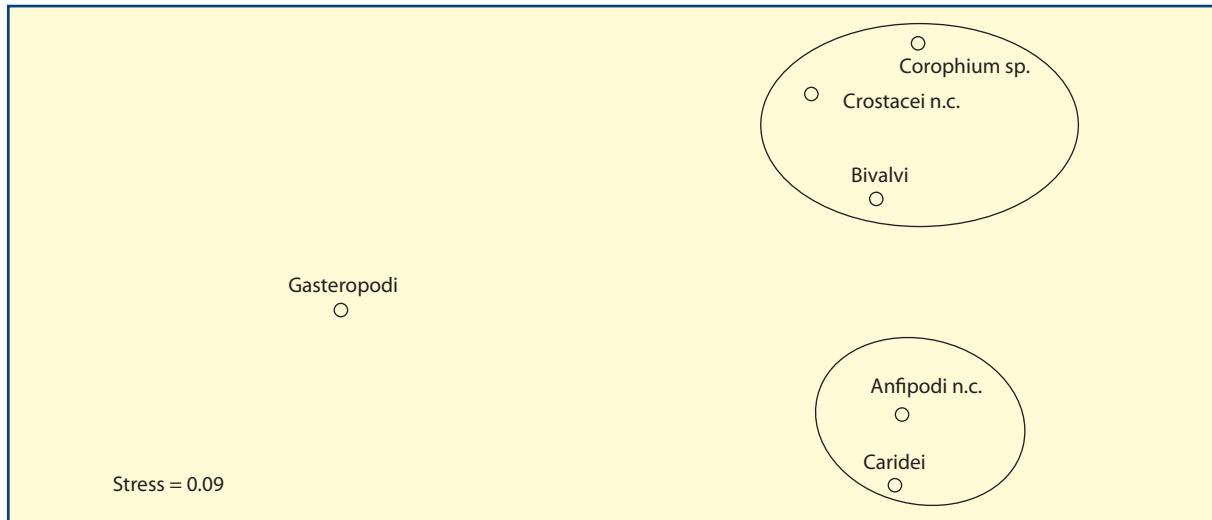


**Figura 8. Frequenza % di stomaci contenenti almeno un individuo di una determinata preda.**



L'ordinamento del numero di prede nello spazio bidimensionale effettuato mediante *n*MDS ha evidenziato l'esistenza di due raggruppamenti distinti: uno localizzato nella parte superiore del plot costituito da prede rinvenute con una minore abbondanza in tutti i periodi di cattura, e l'altro caratterizzato da una maggiore abbondanza. Dall'ordinamento i Gasteropodi mostrano una netta separazione che si traduce con una mancanza di similitudine con le altre prede, dal momento che questa preda è stata rinvenuta solamente negli stomaci dei gamberi pescati solo in luglio '07, anche se con un'elevata abbondanza (Fig. 9).

**Figura 9. Frequenza % di stomaci contenenti almeno un individuo di una determinata preda.**



**Predatori di *M. kerathurus***

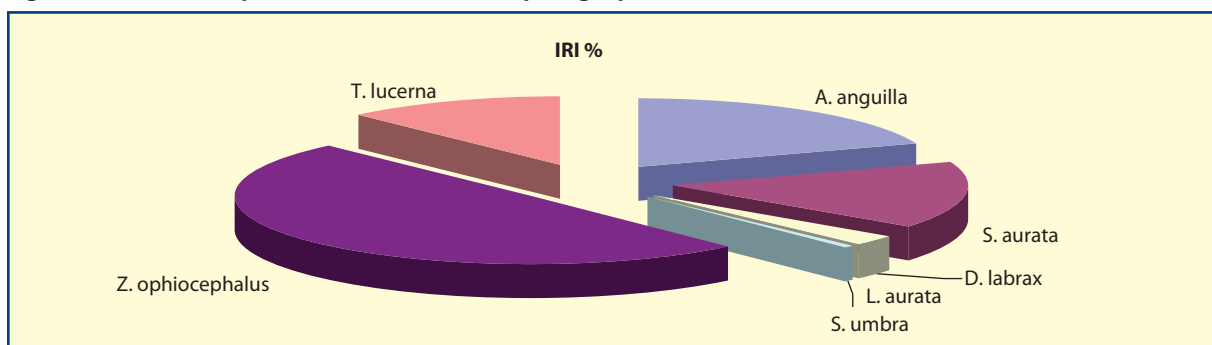
Dallo studio dei contenuti stomacali di 45 specie ittiche, rinvenute nel bacino di Acquatina sono stati individuati solo 6 specie predatrici del peneide: *Anguilla anguilla*, *Sparus aurata*, *Dicentrachus labrax*, *Sciaena umbra*, *Liza aurata* e *Zosterisessor ophiocephalus*, *Trigla lucerna*. (Tab. 4; Fig. 10).

Il maggior predatore del gambero è risultato *Zosterisessor ophiocephalus*, con un I.R.I.% pari al 30.79% risultando la preda preferenziale, seguito da *Anguilla anguilla* che ha mostrato un I.R.I.% per il Peneide pari a 12.1, *Sparus aurata* con I.R.I.% di 9.61 e *Trigla lucerna* con I.R.I.% di 7.4. In tutti gli altri predatori l'I.R.I.% è risultato inferiore al 2%.

**Tabella 4. Parametri descrittivi della dieta dei predatori di *M. kerathurus*.**

	N° stomaci	F%	N%	P%	IRI	IRI%
<i>A. anguilla</i>	100	12	12,5	12,77	303,24	12,1
<i>S. aurata</i>	123	6,12	14,29	13,58	170,56	9,69
<i>D. labrax</i>	63	1,58	1,72	13,2	23,57	1,64
<i>S. umbra</i>	75	4,54	0,25	2,28	11,49	0,2
<i>Z. ophiocephalus</i>	45	7,9	15,8	25,12	323,27	30,79
<i>T. lucerna</i>	28	10,7	9,4	12,2	231,12	7,4

**Figura 10. Indice di Importanza (%) determinato per ogni predatore di *M. kerathurus*.**



## Conclusioni

Lo studio ha permesso di chiarire alcuni aspetti riguardanti le abitudini alimentari di *Melicertus kerathurus* in ambiente naturale. Il comportamento alimentare del peneide sembra essere caratterizzato da un'ampia adattabilità, che ne caratterizza le abitudini, probabilmente dipendente dalla disponibilità trofica, legata all'abbondanza delle prede maggiormente disponibili nell'ambiente in cui esso vive e alle condizioni fisiologiche dell'animale. Il *M. kerathurus* ha mostrato in generale un ampio spettro alimentare caratterizzato da un comportamento di tipo opportunistico e può essere considerata una specie bentofaga e macrofaga.

Qualitativamente la dieta del peneide catturato nella fascia costiera antistante Termoli e Lago di Lesina è stata caratterizzata dalla presenza costante di Crostacei, Molluschi e Anellidi, con una tendenza ad una maggiore diversificazione durante i mesi estivi. Mentre nel bacino di Acquatina, il bentos di fondo molle della laguna, pur essendo dominato da Policheti (Giangrande *et al.*, 2009), questi non sono mai stati ritrovati negli stomaci degli esemplari catturati in quest'area. L'attività predatoria del gambero nel bacino di Acquatina è stata rivolta soprattutto a piccoli crostacei in particolare Anfipodi e a prede scarsamente mobili del sedimento come Bivalvi, Gasteropodi. Probabilmente il gambero predilige e sceglie selettivamente items con strutture di rivestimento del corpo più dure (Anfipoda, Isopoda, Gasteropoda, Bivalva), piuttosto che organismi numericamente dominanti nel popolamento bentonico, ma con strutture di rivestimento totalmente molli.

La dieta tende a variare quantitativamente nell'arco dell'anno, il maggior numero di prede sono state determinate negli stomaci degli esemplari provenienti dalle catture estive e autunnali, nelle due aree esaminate. Questo aspetto probabilmente è legato alle caratteristiche trofiche ambientali, dal momento che con l'approssimarsi dell'estate il peneide si sposta in acque basse, dove trova riparo verso zone più calde e salinità più bassa (in prossimità di sbocchi di fiumi), ma soprattutto una maggiore disponibilità alimentare determinata da un'elevata produttività di questi ambienti (Prato, 1994; Prato *et al.*, 1995; Giangrande *et al.*, 2009) Inoltre l'aumentata attività predatoria è probabilmente in relazione all'ingente fabbisogno energetico, dovuto alla coincidenza del periodo riproduttivo (Lumare *et al.*, 2001; 2009).

Analogamente a quanto riportato in letteratura, il ritrovamento di piccoli crostacei e di resti di crostacei caridei (antenne, rostri, esoscheletri) negli stomaci dei gamberi, indica probabilmente la necessità di assimilare chitina che rappresenta una risorsa essenziale per i processi fisiologici della crescita (Akiyama *et al.*, 1992; Shiau and Yu, 1998). L'occasionale presenza di squame di pesci e di frammenti di cefalopodi confermerebbe un carattere di predazione carnivora-necrofaga di tipo opportunistico (Pastore *et al.*, 2001).

I risultati forniscono inoltre indicazioni utili per descrivere le interazioni esistenti tra la risorsa *Melicertus kerathurus* e le popolazioni ittiche. Tra le specie ittiche predatrici del gambero il Gobidae *Zosterisessor ophiocephalus* ha rappresentato il maggior predatore del gambero, seguito da *Anguilla anguilla*, *Sparus aurata* e *Trigla lucerna*.

## Bibliografia

- Akiyama D.M., Dominy W.G. and Lawrence A.L. 1992. Shrimp nutrition for the commercial feed industry: revised. In: *Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop, Thailand and Indonesia, September, 19-25, 1991*, (Akiyama & Tan eds.) American Soybean Association, Singapore, Republic of Singapore, pp.80-98.
- Cortés E., 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54: 726-738
- De Figueredo, M.J. 1972. Sobre a cultura de crustaceas decapodes en laboratorio: *Nephrops norvegicus* (langostino) e *Penaeus kerathurus* (camarao). *Bol. Junta Nac. Fom. Pescas Lisb.*, 24: 61-81.
- FAO, 2007. FAO yearbook. Fishery statistics. Capture Production 2005. Vol 100/1 Rome:539.
- Giangrande A., Schirosi R., Musco L., 2009. Il macrozoobenthos. In: Biodiversità ed ecologia del lago di Acquatina. *Thalassia Salentina*, 31:49-62.
- Hyslop E.J. 1980. Stomach content analysis - a review of methods and their application; *J. Fish Biol.*, 17: 411-429.
- Kohler C.C., & J.J. Ney (1982). A comparison of methods for quantitative-analysis of feeding selection of fishes. *Env. Biol. Fish.*, 7 : 363-368.



- Macpherson E., 1981. Resource partitioning in a Mediterranean demersal fish community. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 4, 183-193.
- Lumare F., Blundo C.M., Gozzo S., Villani P., 1973. Riproduzione e allevamento intensivo di *Penaeus kerathurus* (Forsk., 1775) dall'uovo alla post-larva. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 26: 209-239.
- Lumare F., Blundo C.M., Gozzo S., Villani P., 1973a. Nuove prospettive per l'Acquacoltura italiana: l'allevamento del crostaceo decapode *Penaeus kerathurus* ("mazzancolla"). *Riv. It. Piscic. Ittiop.*, 8: 9-15.
- Lumare F., 1976. Research on the reproduction and culture of the shrimp *Penaeus kerathurus* in Italy. *Studies and reviews. Gen. Fish. Counc. Medit.*, 55: 35-48.
- Lumare F., 1979. Reproduction of *Penaeus kerathurus* using eyestalk ablation. *Aquaculture*, 18: 203-214.
- Lumare F., 1979a. Studio comparativo di metodologie di riproduzione indotta su *Penaeus kerathurus*, Forsk., 1775 (Decapoda, Natantia). *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat.*, 86: 114-122.
- Lumare F. e Scordella G., 2001. Ciclo biologico, accrescimento, e riproduzione del gambero peneide *Melicertus kerathurus* nella fascia costiera del Basso Adriatico. In: *Atti del Workshop "Stato della pesca e dinamica di popolazione del gambero mediterraneo Penaeus kerathurus in alcune aree della Costa Adriatica"* 16 marzo 2001, Lecce: 2-14.
- Lumare D., Lumare L., 2008. Ciclo riproduttivo del peneide (Crustacea, Decapoda, *Penaeidae*) *Melicertus kerathurus* Forsk., 1775 nella fascia costiera tre Termoli e il lago di Lesina. In: *Atti del Workshop: "Valutazione e Gestione della Risorsa MAzzancolla (Melicertus kerathurus) in aree della fascia costiera della Puglia secondo un modello ecosistemico innovativo per la razionalizzazione dello sfruttamento"*. 14 Marzo 2008, Lecce.
- Lumare D., Lumare L., 2008. Migrazione ed accrescimento degli stadi giovanili di *Melicertus kerathurus* Forsk., 1775 (Crustacea, Decapoda, *Penaeidae*) nel lago di Acquatina. *Thalassia Salentina*, 31:117-126.
- Pastore M., Prato E., Biandolino F., Trono N., 2001. La dieta del gambero Peneide *Penaeus Kerathurus* on ambiente naturale. In: *Atti del Workshop "Stato della pesca e dinamica di popolazione del gambero mediterraneo Penaeus kerathurus in alcune aree della Costa Adriatica"* (GERIMA) 16 marzo 2001, Lecce: 2-14.
- Pielou E.C., 1974: Ecological diversity. In: Pielou, E.C.: *Population and Community Ecology. Principles and Methods*. Gordon and Breach Sci. Publ., New York: 288-315.
- Prato E., 1994. I crostacei anfipodi del fouling delle lagune di Alimini ed Acquatina. *Thal. Sal.* 20: 93-104.
- Prato E., Pavia, B., Pacifico, P., 1995. Il Macrofouling del lago di Acquatina (basso Adriatico). *Thal. Sal.* 21: 69 - 79.
- Pauly D., Christensen V. and Walters C., 2000. Ecopath, Ecosim and Ecospace as tools for evaluating ecosystem impact of fisheries. *ICES Journal of Marine Science* 57: 697-706
- Pauly D., Palomares M.L., Froese R., Sa-a P., Vakily M., Preikshot D., and Wallace S. 2001. Fishing down Canadian aquatic food webs. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 58: 51-62.
- Pinkas L., Oliphant M.S., Iverson I.L.K., 1971. Food habits of Albacore, Bluefin Tuna, and Bonito in California waters. *Cal. Fish Game Fish. Bull.*, 152 : 1-105.
- Piscitelli G., 1986. L'alimentazione naturale del *Penaeus japonicus* Bate: sperimentazione 1982-1985. *Ambiente e Risorse*, 1:65-70.
- Piscitelli G., Scalera Liaci L., 1985. Dieta naturale di *Penaeus japonicus* Bate, introdotto in estensivo in ambienti vallivi e lagunari della costa adriatica. *Oebalia*, 11: 913-915.
- Wootton R.J., 1990. *Ecology of Teleost Fishes*. Chapman and Hall, New York, 404 pp.
- Samocha T., & Lewinshon C., 1977. A preliminary report on rearing penaeid shrimp in Israel. *Aquaculture*. 10: 291-292.
- San Feliu J.M., 1964. Primeras consideraciones sobre la biología del langostino *Penaeus kerathurus* (Fors., 1775). *Publ. Tec. Junta Estud. Pesca Madr.*, 3: 151-172.
- Scharf F.S., Manderson J.P., Fabrizio M.C., 2006. The effects of seafloor habitat complexity on survival of juvenile fishes: Species-specific interactions with structural refuge. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 335: 167-176.
- Shiau S.Y. & Yu Y.-P., 1998- Chitin but Not Chitosan Supplementation Enhances Growth of Grass Shrimp, *Penaeus monodon*. *The Journal of Nutrition* Vol. 128 No. 5 May 1998, pp. 908-912.

## I DECAPODI BERSAGLIO DELLA FLOTTA ARTIGIANALE TRA CAPO GRANITOLA E CAPO SAN MARCO (COSTA SUD OCCIDENTALE SICILIANA)

**L. Cannizzaro<sup>1</sup>, S. Vitale<sup>1</sup>, G. De Stefano<sup>1</sup>, D. Lumare<sup>2</sup>, M. Arculeo<sup>3</sup>, A. Milazzo<sup>4</sup>, G. Salvo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, Unità staccata di Capo Granitola,  
Via del Mare 3, 91021 Torretta Granitola, Fraz. di Campobello di Mazara, Italia

<sup>2</sup> Unità di Ricerca di Gambericoltura, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali,  
Università del Salento, Via prov. Lecce – Monteroni, 73100 Lecce, Italia

<sup>3</sup> Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo, Via Archirafi, 36, 90100 Palermo

<sup>4</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero,  
Unità staccata di Mazara del Vallo, via Luigi Vaccara, 61, 91026 Mazara del Vallo, Italia

**Key words:** *Melicerctus kerathurus*, *Palinurus elephas*, *Homarus gammarus*, catch-effort, restocking.

### Abstract

From 1998 until 2009 a catch-effort survey was carried out on the artisanal fishing fleet of Marinella di Selinunte. The fleet fishes with trammel net and/or gill net along the southwestern Sicilian coast in the wide gulf reaching from Capo San Marco to the east, to Capo Granitola to the west. In 2004, a restocking experiment with *Melicerctus kerathurus* post-larvae raised in an aquaculture facility from wild indigenous breeders was carried out in this area. Cpue analysis of the stock assessment shows that *Melicerctus kerathurus* is in overfishing except in 2005, the year after the restocking. *Palinurus elephas* and *Homarus gammarus* are also highly overfished. Active restocking as a management strategy may be desirable for rebuilding *Melicerctus kerathurus* stock and increasing its catch.

### Riassunto

Tra il 1998 ed il 2009 è stata condotta una indagine di cattura e sforzo sulla flotta da pesca artigianale basata a Marinella di Selinunte che opera con tremagli e/o monofilo nell'ampio golfo delimitato ad est da Capo San Marco e ad ovest da Capo Granitola. Inoltre nel 2004 è stato effettuato, in questa area, un esperimento di ripopolamento con post-larve di *Melicerctus kerathurus* prodotte in un impianto di acquicoltura a partire da riproduttori selvatici indigeni. La valutazione della risorsa effettuata mediante analisi della cpue ha mostrato che *Melicerctus kerathurus* è sovrasfuttato tranne nel 2005 cioè l'anno successivo al ripopolamento. *Palinurus elephas* e *Homarus gammarus* versano in uno stato di pesante sovrasfuttamento. Sembra opportuno adottare una strategia gestionale basata sul ripopolamento attivo al fine di rafforzare la popolazione di *Melicerctus kerathurus* ed incrementarne le catture.

### Introduzione

I decapodi che popolano la fascia costiera per l'altissimo valore commerciale costituiscono uno dei bersagli primari della flotta artigianale che opera con tremaglio e monofilo. Le specie generalmente bersaglio sono: l'aragosta (*Palinurus elephas*) diffusa in tutto il Mediterraneo e nell'Oceano Atlantico Orientale e l'astice (*Homarus gammarus*) diffuso in tutto il Mediterraneo e nell'Atlantico Nord Orientale dalle coste del Marocco a quelle della Norvegia Occidentale. Ma ove presente la specie più importante, per cattura e prezzo pagato ai pescatori, è la mazzancolla (*Melicerctus kerathurus*) diffusa in tutto il Mediterraneo, nell'Atlantico Orientale dalle coste dell'Inghilterra a quelle dell'Angola e nel Mar Rosso. Le prime due specie sono specie a crescita lenta. La mazzancolla predilige per la riproduzione le acque poco salate ed è specie a crescita veloce.

Dal settembre 1997 sono state monitorate le catture e lo sforzo di pesca della flotta artigianale basata a Marinella di Selinunte. Questo piccolo porticciolo, situato al centro dell'ampio Golfo tra Capo San Marco ad Est e Capo Granitola ad Ovest, ospita una flottiglia artigianale che opera, tranne rare eccezioni stagionali, esclusivamente nella fascia costiera. Le aree di pesca sono molto eterogenee infatti sono costituite da fondi: sabbiosi

(40%), fangosi (20%), rocciosi (20%) e da un'ampia prateria di posidonia (20%). Perciò e per la sua vicinanza alle sedi del CRN di Mazara del Vallo e Capo Granitola Marinella di Selinunte e la sua fascia costiera sono state elette, fin dall'inizio degli anni '90, a campo di sperimentazione e laboratorio bio-ecologico votato alla valutazione a fini gestionali delle risorse pescabili della fascia costiera e più in generale allo studio della Scienza della Pesca. Inoltre a Marinella di Selinunte esiste un mercato del pesce alla voce aperto a tutti che facilita il monitoraggio delle catture e dello sforzo di pesca, consente di monitorare il prezzo pagato ai pescatori e di studiare tutti gli aspetti bio-economici dell'attività di pesca nella fascia costiera.

## Materiali e Metodi

Nell'ambito di una serie di progetti iniziati nel settembre 1997 e tuttora in corso sono state rilevate, mediante interviste allo sbarco, le catture e lo sforzo di pesca della flotta artigianale basata a Marinella di Selinunte. Inizialmente è stato effettuato il censimento di tutti i pescherecci, basati nel suddetto porto, degli attrezzi da pesca utilizzati e delle aree di pesca abitualmente frequentate. Il censimento viene aggiornato all'inizio di ogni stagione. Il disegno statistico del monitoraggio nello spazio e nel tempo è stato via via affinato ed ottimizzato così a partire dalla primavera del 2002 viene effettuata una giornata di intervista ogni 8 giorni sempre compresi tutti i festivi. Il numero minimo di interviste da effettuare ogni giorno di campionamento è il 25% dei pescherecci attivi quello stesso giorno.

La cattura totale per stagione e per anno delle principali specie bersaglio della pesca artigianale è stata stimata, a partire dai campioni, mediante i classici metodi statistici secondo le formule seguenti:

$$c_m = \sum_{i=1}^l c_i / l; i = 1, 2, \dots, l$$

La varianza sarà:

$$\text{Var}(c_m) = \sum_{i=1}^l (c_i - c_m)^2 / (l - 1); i = 1, 2, \dots, l$$

dove  $c_m$  è la cattura media per peschereccio per giorno;  $c_i$  è la cattura  $i$ -esima dell' $i$ -esimo peschereccio intervistato;  $l$  sono il totale delle interviste nel periodo considerato (un mese, una stagione, un anno).

La cattura totale nel periodo di riferimento sarà:

$$C_t = (N_{ba}/l)(G_p/g_l) \sum_{i=1}^l c_i; i = 1, 2, \dots, l$$

La varianza sarà data da:

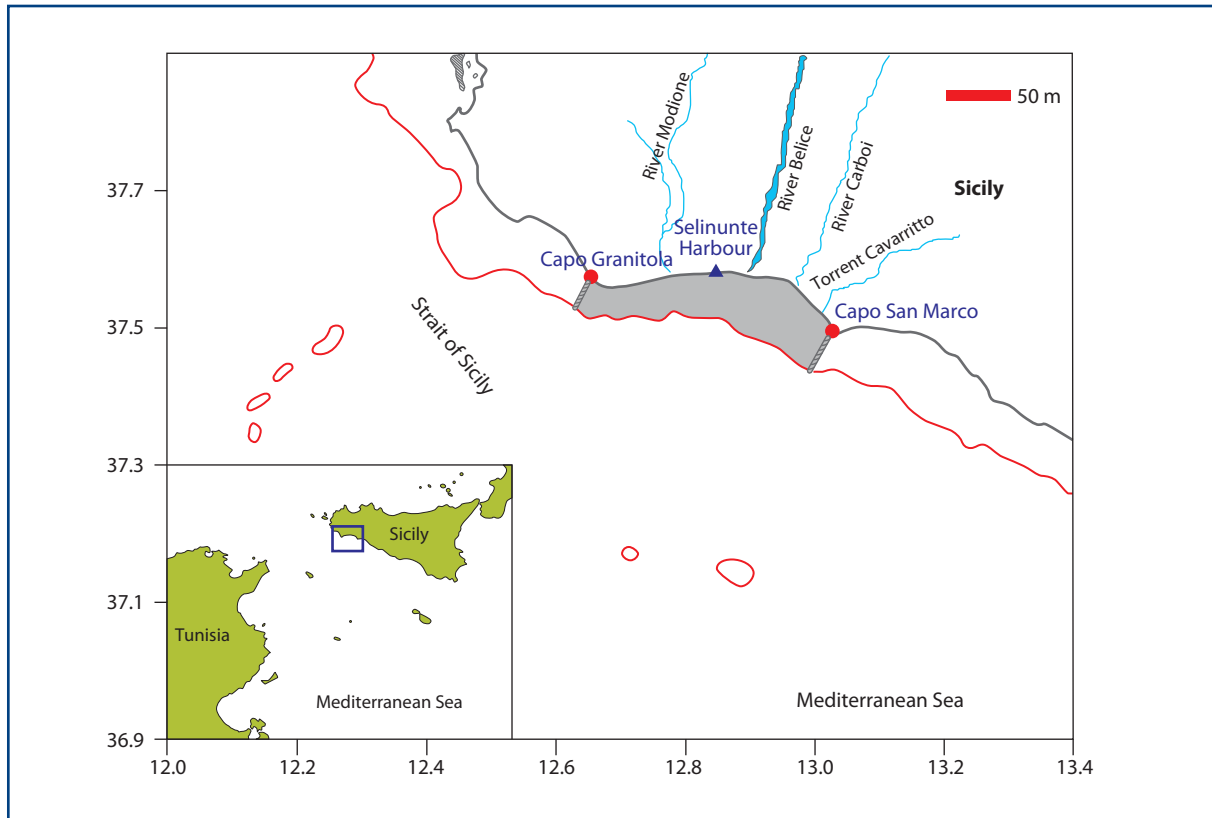
$$\text{VAR}(C_t) = (N_{ba}/l)^2 (G_p/g_l)^2 \text{Var}(c_m);$$

dove  $C_t$  è la cattura totale nel periodo di riferimento;  $N_{ba}$  è il numero di pescherecci attivi (che hanno esercitato l'attività di pesca) nel periodo di riferimento;  $G_p$  e  $g_l$  sono rispettivamente il numero totale di giornate disponibili per la pesca e il numero di giorni d'intervista nel periodo di riferimento. Lo sforzo di pesca è stato definito come: lunghezza in chilometri di tremaglio e/o monofilo messa a mare da tutte le barche attive in ogni stagione o nell'anno e matematicamente trattato con la stessa formulazione utilizzata per le catture. La cattura per unità di sforzo (cpue) come rapporto tra la cattura totale nel periodo di riferimento e lo sforzo di pesca nello stesso periodo. A partire dal 2002 le catture in numero di esemplari ed in peso di *Melicertus keraturus* sono state rilevate censitariamente nello spazio e nel tempo.

## Risultati

La figura 1 mostra l'area di studio costituita dall'ampio golfo tra Capo Granitola ad occidente e Capo San Marco a levante.

**Figura 1. Area di Studio.**



La tabella 1 mostra il numero di pescherecci e gli attrezzi da pesca della flottiglia basata a Marinella di Selinunte nel 2010. Gli unici attrezzi attualmente usati sono il tremaglio ed il monofilo. Durante la tarda primavera e la prima metà dell'estate alcune barche (4) sono dedite alla pesca dei piccoli pelagici (sardine ed acciughe) mediante rete ad imbrocco.

**Tabella 1. Numero di pescherecci basati a Marinella di Selinunte e attrezzi da pesca utilizzati.**

Numerodi di pescherecci	Tremaglio	Monofilo	Tremaglio e monofilo	Altri attrezzi
	FAO 750	FAO 710	FAO 9000	
36	22 %	0	78 %	0

La struttura dei pescherecci selinuntini è mostrata in tabella 2. Si tratta di barche piuttosto piccole di età media elevata adatte ad operare a poche miglia dalla costa.

La flottiglia selinuntina è costituita da piccoli pescherecci adatti alla pesca esclusivamente nella fascia costiera. Anche se la maggior parte dei pescherecci è abilitata alla pesca fino a sei miglia dalla costa difficilmente operano oltre le tre miglia. È una flottiglia piuttosto anziana l'età media è pari a 39 anni e la barca più giovane ha già 17 mentre la più vecchia sfiora i 70 anni. È una flotta tipicamente artigianale gli equipaggi sono costituiti da un unico pescatore, tranne rare eccezioni, anziano. Tutto il pescato viene confezionato in cassette da un chilogrammo e commercializzato in un tipico mercato alla voce aperto a tutti gestito dalla cooperativa "Selinunte Pesca" di cui tutti i pescatori fanno parte. Ogni mattina alle 8:00 inizia l'asta.

Nonostante questo mercato alla voce valorizzi molto il pescato spesso le specie più pregiate vengono vendute direttamente ai ristoranti locali. Per quanto riguarda i Decapodi l'aragosta è l'unica specie portata direttamente ai ristoranti senza passare dal mercato e pertanto le catture totali sono come vedremo generalmente sottostimate.

**Tabella 2. Struttura della flottiglia artigianale selinuntina del 2009.**

Numero di pescherecci 36							
	t	Kw		m		anni	
TSL	98,4	Potenza Motore	656,0				
TSL media	2,4	Potenza media	16,0	LFT media	6,5	Età media	39
CV	25 %	CV	42 %	CV	12 %	CV	57 %
Stazza min.	1,2	Potenza min.	7,4	LFT min.	4,8	Età min.	17
Stazza mas.	3,6	Potenza mas.	49,5	LFT mas.	8,8	Età mas.	69

Le tabelle 3, 4 e 5 riportano la cattura totale stimata in numero di esemplari (CTS Num.), la cattura totale stimata in peso (CTS Kg), il peso medio degli esemplari catturati, lo sforzo di pesca, gli errori relativi su tutte le stime e la cattura per unità di sforzo (cpue) rispettivamente di: *Melicertus keratulus*, *Homarus gammarus* e *Palinurus elephas*.

**Tabella 3. Cattura totale stimata in numero di esemplari ed in peso, peso medio degli esemplari catturati, sforzo di pesca, errore relativo delle stime e cpue di *Melicertus keratulus*.**

	CTS Num.	Ern	CTS Kg	Erp	Peso medio esemp.	Sforzo	ErSf	cpue
1998	10567	4 %	294	4 %	0,028	6970	3 %	0,042
1999	8194	7 %	329	6 %	0,040	6863	3 %	0,048
2000	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	7059	-	293	-	0,042	3030	2 %	0,097
2003	6348	-	196	-	0,031	3192	2 %	0,061
2004	10983	-	360	-	0,033	5220	2 %	0,069
2005	18716	-	765	-	0,041	4705	2 %	0,163
2006	9139	-	344	-	0,038	6012	2 %	0,057
2007	5113	-	164	-	0,032	5012	2 %	0,033
2008	4500	-	138	-	0,031	5374	2 %	0,026
2009	4142	-	125	-	0,030	6180	2 %	0,020

La tabella 3 mostra le catture ed il relativo sforzo di pesca per la mazzancolla. Nel 2005 si nota la cattura massima. Nel 2004 è stato effettuato un intervento di ripopolamento con circa 6.000 postlarve di *Melicertus keratulus* prodotte in un impianto a terra a partire da genitori selvatici catturati nell'area di pesca della flottiglia selinuntina.

Il ripopolamento da solo non può spiegare l'incremento di cattura registrato nel 2005 rispetto alle catture degli anni precedenti e seguenti. Infatti la cattura del 2005 risulta circa il doppio rispetto a quella dell'anno precedente (2004) e rispetto a quella dell'anno seguente (2006) sia in numero di esemplari che in peso. Il risultato del ripopolamento atteso era dell'ordine del 15 % o poco più come avviene negli interventi di ripopolamento con specie simili al *Melicertus keratulus*. Evidentemente ci sono state anche altre cause naturali che hanno fatto "esplodere" la popolazione.

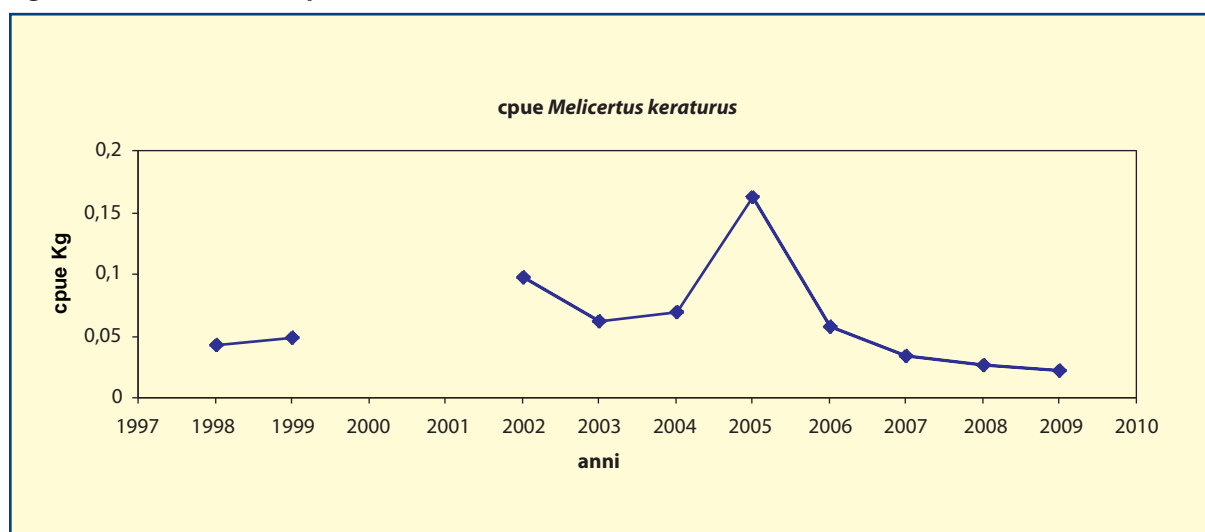
**Tabella 4. Cattura totale stimata in numero di esemplari ed in peso, peso medio degli esemplari catturati, sforzo di pesca, errore relativo delle stime e cpue di *Homarus gammarus*.**

	CTS Num.	Ern	CTS Kg	Erp	Peso medio esemp.	Sforzo	ErSf	cpue
1998	> 10	-		-		6970	3 %	-
1999	> 10	-		-		6863	3 %	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	142	7 %	182	11 %	1,282	3030	2 %	0,060
2003	49	23 %	24	23 %	0,490	3192	2 %	0,008
2004	> 10	-		-		5220	2 %	-
2005	> 10	-		-		4705	2 %	-
2006	> 10	-		-		6012	2 %	-
2007	> 10	-		-		5012	2 %	-
2008	98	14 %	71	14 %	0,724	5374	2 %	0,013
2009	107	10 %	81	11 %	0,757	6180	2 %	0,013

La figura 2 mostra l'andamento della cpue dal 1998 al 2009. La cpue presenta un picco nell'anno successivo al ripopolamento. Nei 4 anni successivi le cpue decrescono fino al valore 0,020 del 2009 che rappresenta il minimo di tutto il periodo di monitoraggio. Il 2005 sembra essere un anno di svolta tra il 1998 ed il 2005 lo sforzo di pesca tende a decrescere nonostante ciò la cpue non cresce come ci si aspetterebbe nel caso di specie a crescita veloce come la mazzancolla. Dopo il 2005 lo sforzo di pesca aumenta ma le catture non aumentano affatto. Sembra essere nella classica situazione a cui all'aumentare dello sforzo di pesca non corrisponde un aumento della cattura; anzi la cpue diminuisce. Ci si trova al di là del Massimo Sforzo Sostenibile la risorsa sembra essere sovrasfruttata.

L'astice come mostrato in tabella 4 non è specie abitualmente catturata. Nella maggior parte degli anni di monitoraggio è stato rilevato solo pochissime volte e perciò non è stato possibile effettuare l'analisi statistica.

**Figura 2. Andamento della cpue di *Melicertus keraturus*.**

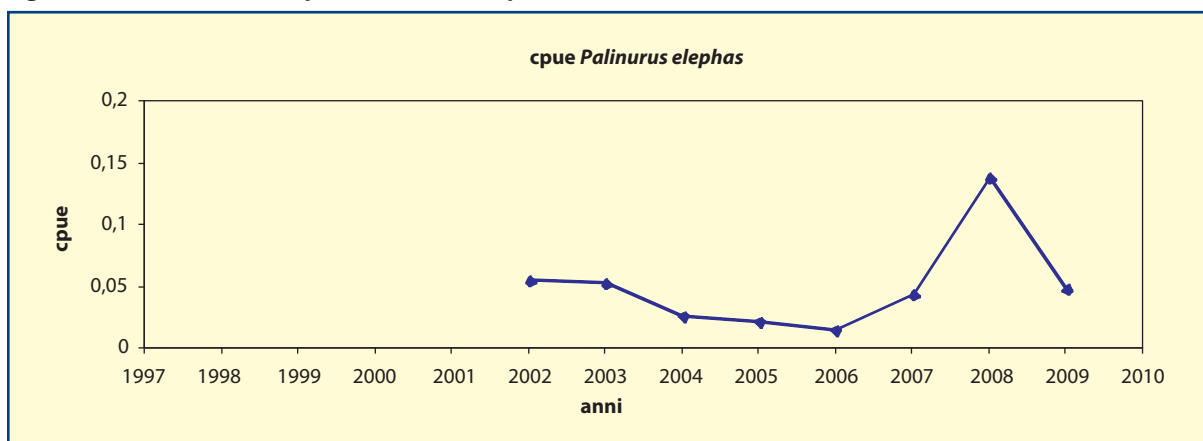


**Tabella 5. Cattura totale stimata in numero di esemplari ed in peso, peso medio degli esemplari catturati, sforzo di pesca, errore relativo delle stime e cpue di *Palinurus elephas*.**

	CTS Num.	Ern	CTS Kg	Erp	Peso medio esemp.	Sforzo	ErSf	cpue
1998	> 10	-	-	-	-	6970	3 %	-
1999	> 10	-	-	-	-	6863	3 %	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	1280	7 %	162	6 %	0,127	3030	2 %	0,053
2003	551	4 %	163	7 %	0,296	3192	2 %	0,051
2004	572	10 %	128	8 %	0,224	5220	2 %	0,025
2005	383	18 %	93	10 %	0,243	4705	2 %	0,020
2006	316	14 %	82	18 %	0,259	6012	2 %	0,014
2007	1074	12 %	210	13 %	0,196	5012	2 %	0,042
2008	3512	7 %	741	7 %	0,211	5374	2 %	0,138
2009	833	16 %	293	15 %	0,352	6180	2 %	0,047

L'aragosta spesso viene venduta direttamente ai ristoranti a prezzo concordato senza passare dal mercato e pertanto le stime di cattura riportate in tabella 5 sembrano essere nettamente sottostimate tranne forse nel 2008. Durante l'estate del 2008 il prezzo del carburante è fortemente cresciuto e per i pescatori è diventato poco conveniente vendere le aragoste a prezzo concordato. Così hanno provato a vendere prima le aragoste all'asta, partendo da una base d'asta pari al prezzo concordato con i ristoranti, se non spuntavano un prezzo migliore le ritiravano per venderle successivamente agli abituali clienti. Ma una volta arrivati al mercato è stato possibile effettuare le rilevazioni statistiche così molto probabilmente nel 2008 la sottostime delle catture è stata minima. Nel 2009 per effetto della crisi si è verificato lo stesso fenomeno. Perciò il massimo nell'andamento delle cpue mostrato nel grafico di figura 3 rappresenta la vera cpue tutte le altre sembrano essere sottostime.



**Figura 3. Andamento della cpue di *Palinurus elephas*.**

## Conclusioni

I decapodi sono le specie bersaglio, della pesca artigianale, più ambite e pregiate. Purtroppo la popolazione di *Melicertus keratulus*, *Homarus gammarus* e *Palinurus elephas* nell'area di studio appare sovra sfruttata se non addirittura depauperata. Una strategia gestionale basata sul decremento dello sforzo di pesca non sembra proponibile per l'incertezza del risultato e per le difficoltà di applicazione. Infatti nel caso della mazzancolla si è visto che la diminuzione dello sforzo di pesca non ha determinato un incremento della risorsa. Pertanto sembra opportuno proporre, per *Melicertus keratulus*, una strategia gestionale basata sul ripopolamento attivo e sistematico cioè ripetuto anno dopo anno così come avviene in Giappone ormai da molti anni. Il costo di una tale operazione è di gran lunga inferiore al costo della riduzione dello sforzo di pesca e non influenza negativamente l'ambiente marino né altera l'equilibrio tra le specie.

Per quanto concerne le altre due specie di decapodi sembra opportuno proporre una sperimentazione di ripopolamento attivo al fine di valutarne gli effetti ed i costi.

## Bibliografia

- Andreoli M.G., Levi D., Cannizzaro L., Garofalo G., e Sinacori G., 1995. Sampling statistics of Southern Sicily trawl fisheries (MINIPESTAT): methods. N.T.R.-I.T.P.P. Special Publication N° 4, vol. I.
- Bazigos G.P., 1974. The design of fisheries statistical surveys inland waters. FAO Fish. Tech. Pap., (133): 122 p.
- Bazigos G.P., 1974. Applied fisheries statistics. FAO Fish. Tech. Pap., (135): 164 p.
- Caddy J.F., and Bazigos G.P., 1985. Practical guidelines for statistical monitoring of fisheries in manpower limited situation. FAO Fish. Tech. Pap., (257): 86 p.
- Cannizzaro L., Arculeo M., Lumare F., Beltrano A.M., Milazzo A., Vitale S., 2006. Sperimentazione di una strategia di ripopolamento con *Penaeus keratulus* (Forskäl, 1775) nella Fascia Costiera fra Capo San Marco e Capo Granitola. Final Report, Progetto n° C 117 (mimeo).
- Cannizzaro L. and Kallianiotis A., 2001. La mazzancolla (*Penaeus keratulus*, Forskal, 1775) nella fascia costiera siciliana: quale futuro? Atti del Workshop "Stato della pesca e dinamica di popolazione del gambero mediterraneo *Penaeus keratulus* in alcune aree della costa adriatica", 16 March, Lecce, Italy: 39-46 .
- Cannizzaro L., Garofalo G., Arculeo M., Kallianiotis A., Potoschi A., 2000. Stocks assessment of some coastal species caught by artisanal fishery. Final Report, Contract U.E. 96/054 (mimeo).
- FAO, 2008. FAO yearbook 2006. Fishery and Aquaculture Statistics. FAO, Rome: pp57 & CD.

FAO, 2000. FAO yearbook, Fishery statistics. Capture production. Vol. 86/1. Rome, FAO, 2000: 713 pp.

Lumare F., 1979. Reproduction of *Penaeus kerathurus* using eyestalk ablation. *Aquaculture*, 18, 203-14.

Sparre P., Venema S.C., 1998. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. Fao Fisheries Technical Paper. N° 306.1, Rev. 2. Rome, FAO. 1998. 407p.

# ASPETTI RIPRODUTTIVI DEL GAMBERO PENEIDE *MELICERTUS KERATHURUS* (DECAPODA, PENAEIDAE) IL CASO DI STUDIO DELL'ADRIATICO MERIDIONALE

**Daniela Lumare<sup>1</sup>, Luca Lumare<sup>1</sup>, Sergio Vitale<sup>2</sup>, Febo Lumare<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Unità di Ricerca di Gambericoltura (UNIRIGA), Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Università del Salento, via prov. Lecce – Monteroni, I-73100 Lecce, Italy

<sup>2</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, unit of Mazara del Vallo, via Luigi Vaccara, 61, I-91026 Mazara del Vallo, Italy

**Key words:** *Melicertus kerathurus*, reproduction, fecundity, Adriatic Sea

## Abstract

The reproduction of the native penaeid shrimp *Melicertus kerathurus* (Forskål, 1775) was studied along the marine belt of southeast coast of Italy. The study proved that the main reproductive period of *Melicertus kerathurus* spans from about the end of May to the half of August, with the main period represented by months of June and July. Sex ratio (males/females) averaged 1.44 (+ 0.61), with oscillations between 0.61 and 2.70. The size –at –maturity was estimated 127.56 mm Total Length (CL= 31.42 mm) in the males and 175.18 mm (CL = 45.56 mm) in the females. The average gonadosomatic index varied in females at the IV stage of the ovary maturity from 10.7 in June to 9.69 in July, with extreme values of 7.35 and 14.35 (+ 1.99). Relative fecundity averaged 79,143 (+19,041) and the main absolute fecundity resulted 322,102 (+100,482). Average diameter of mature oocytes resulted 258.70 (+57.49) µm.

## Riassunto

È stato studiato il ciclo riproduttivo del gambero peneide *Melicertus kerathurus* (Forskål, 1775) nelle acque del Mar Adriatico meridionale. Lo studio ha evidenziato che la specie nell'area presa in considerazione ha un periodo riproduttivo che si estende circa dalla fine di maggio alla metà di agosto, con una fase di maggiore attività nei mesi di giugno e luglio. Il rapporto sessi (maschi/femmine) è risultato mediamente di 1,44 (+0,61), con fluttuazioni comprese tra 0,61 e 2,70. La lunghezza totale alla quale la specie si riproduce è risultata per i maschi di 127,56 mm (lunghezza del carapace = 31,42 mm) e per le femmine di 175,18 mm (lunghezza del carapace = 45,56 mm). L'indice gonadosomatico nelle femmine al IV stadio di maturità ovarica variava da 10,7 in giugno a 9,69 in luglio. La fecondità relativa è risultata mediamente pari a 79.143 (+19.041) ovociti maturi per grammo di ovario, mentre la fecondità assoluta era in media pari a 322.102 (+100.482) ovociti maturi per riproduttrice. Il diametro medio degli ovociti maturi misurava 258,70 (+57,49) µm.

## Introduzione

Il gambero peneide *Melicertus kerathurus* (Forskål, 1775) noto comunemente con il nome di mazzancolla o gambero imperiale, è molto apprezzato dai consumatori italiani disposti a pagare tale prodotto a prezzi generalmente superiori rispetto alle più ricercate specie marine (Lumare & Scordella, 2001).

L'areale di diffusione di questo gambero è molto ampio, estendendosi a tutto il Mediterraneo, con esclusione del Mar Nero, al settore settentrionale del Mar Rosso nel quale è penetrato a seguito dell'apertura del Canale di Suez, ed alle coste atlantiche: a nord fino a quelle meridionali dell'Inghilterra ed a sud fino alle coste africane dell'Angola (Holthuis, 1980).

Malgrado l'elevato apprezzamento dei consumatori, questa specie non rappresenta una voce importante nell'economia della pesca italiana a causa dei bassi quantitativi che vengono catturati.

Secondo le stime più recenti della FAO (2009) riferite all'anno 2007, i principali paesi che pescano questo gambero, nel Mediterraneo, sono: Grecia (3.056 t), Tunisia (1.962 t), Italia (863 t), Turchia (372 t), Spagna (316 t), Albania (18 t) e Francia (1 t), per un totale di 6.588 t.

*Melicertus kerathurus* non rappresenta in Italia una specie bersaglio, ma viene catturato accidentalmente nel

corso dell'attività di pesca a strascico sui fondali sabbiosi. Ugualmente la specie viene pescata in estate con i tramagli, quando essa si sposta sotto costa (5-10 m), prediligendo aree antistanti agli sbocchi di corsi d'acqua, dove le condizioni di salinità ed ambientali in genere sono favorevoli alla riproduzione (Lumare & Scordella, 2001; Lumare & Lumare, 2008).

## Materiali e metodi

Lo studio è stato svolto negli anni 2006 e 2007 sulla popolazione di *Melicertus kerathurus* che risiede nella fascia costiera del Mar Adriatico meridionale che si estende dalla cittadina di Termoli, in Molise, ai confini della Puglia settentrionale, ed il paesino di Peschici, alle falde del Promontorio del Gargano, in Puglia (Fig. 1). Si tratta di un'area estesa per circa 100 km lungo la costa, fino all'isobata dei 35 m, caratterizzata da fondali sabbiosi e misti di sabbia e fango. Dopo una prima fase di indagine orientativa le pesche sperimentali sono state indirizzate soprattutto nel settore settentrionale dove maggiore era la reperibilità del peneide, per la presenza di sbocchi a mare di corsi d'acqua (Fiume Trigno, F. Biferno e F. Fortore).

Sono state effettuate 8 campagne di pesca sperimentali con M/P, in uso per la pesca commerciale, da 19,71 TSL (tonnellate di stazza lorda), potenza del motore da 140 HP e lunghezza pari a 20 m. È stata impiegata una tradizionale rete a strascico da 55 m di lunghezza con maglia minima del sacco da 26 mm. Sono stati catturati 457 esemplari maschi e 377 femmine del gambero peneide, per un totale di 834 individui.

Tutti gli esemplari collezionati venivano conservati in ghiaccio fino al trasferimento in laboratorio, dove erano mantenuti a -18° C fino a quando non venivano effettuati i rilevamenti.

Questi riguardavano i seguenti parametri, in accordo a Motoh (1981): lunghezza totale (TL, dall'estremità del rostro all'estremità del telson con il corpo ben disteso, in mm), lunghezza del carapace (CL, la distanza tra il margine postero-orbitale del carapace ed il punto mediano del bordo posteriore del carapace, in mm), peso totale umido (in g).

La misura delle lunghezze è stata effettuata mediante calibro digitale con approssimazione a 0,1 mm, mentre il peso è stato rilevato con bilancia elettronica con approssimazione a 0,01g. I rilevamenti biologici hanno riguardato l'individuazione del sesso (presenza del *petasma* nei maschi e del *thelicum* nelle femmine), stato di fecondazione (ovvero presenza o meno della spermatofora inserita nel *thelicum*), stadio di sviluppo degli ovari classificato da I a V, secondo Motoh (1981), peso degli ovari, fecondità femminile assoluta (numero totale di ovociti maturi per individuo, esclusivamente su esemplari al IV stadio di sviluppo ovarico), fecondità relativa (numero di ovociti maturi per g di ovario), correlazione tra fecondità assoluta e lunghezza totale, espressa dalla seguente equazione:

$$\text{Numero totale di ovociti maturi} = a * (\text{Lunghezza Totale, mm})^b$$

e dimensione degli ovociti maturi, rilevata mediante misurazioni al microscopio munito di oculare con retino micrometrico.

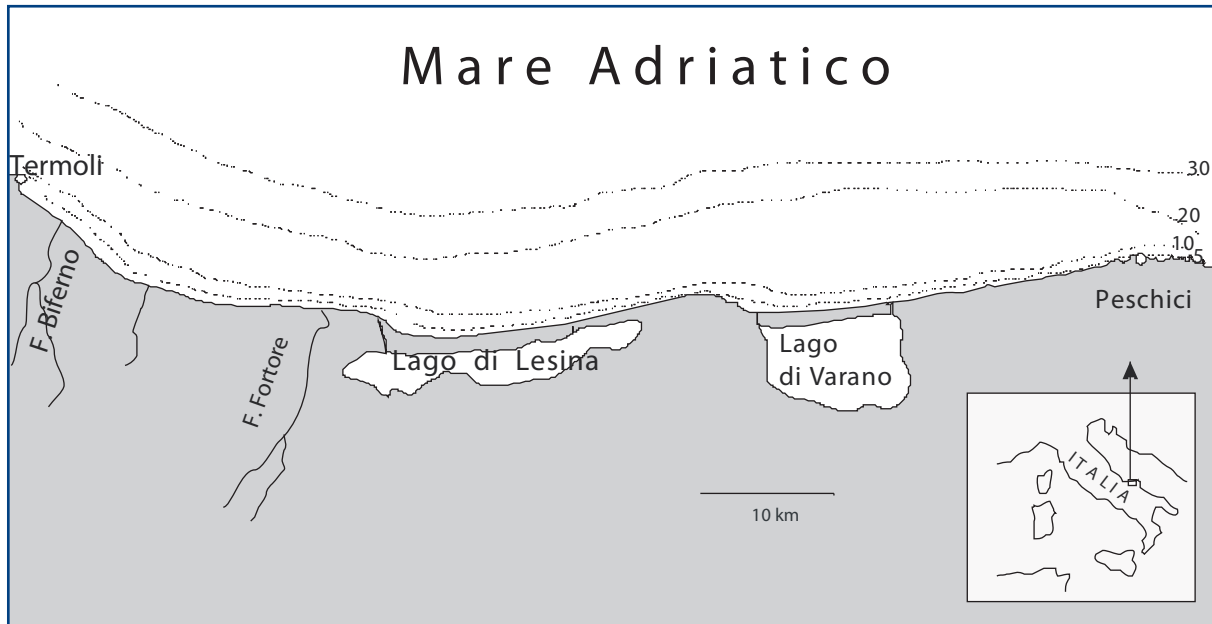
La rilevazione dei parametri biometrici e biologici ha permesso di stimare la sex ratio (maschi/femmine) e la taglia di prima riproduzione, ovvero la lunghezza totale alla quale il 50% della popolazione si riproduce per la prima volta. Questa è stata stimata nelle femmine come relazione tra la percentuale di femmine mature (stadio IV) ed il totale di quelle catturate, e la lunghezza totale è stata determinata su una curva logistica (modello sigmoidale) secondo Groeneveld (2000).

Stessa procedura è stata adottata nella determinazione della taglia di prima riproduzione nei maschi, considerando maturi quelli provvisti di spermatofore ben sviluppate. Nei casi dubbi si è proceduto al prelievo delle sacche spermatiche ed alla verifica dello stato di pieno sviluppo morfologico degli spermatozoi (provvisti di flagello), mediante microscopio.

L'indice gonado-somatico è stato stimato come rapporto tra il peso delle gonadi e il peso totale, secondo la seguente equazione:

$$GSI (\%) = \frac{\text{Peso Ovario (g)}}{\text{Peso Totale Esemplare (g)}} 100$$

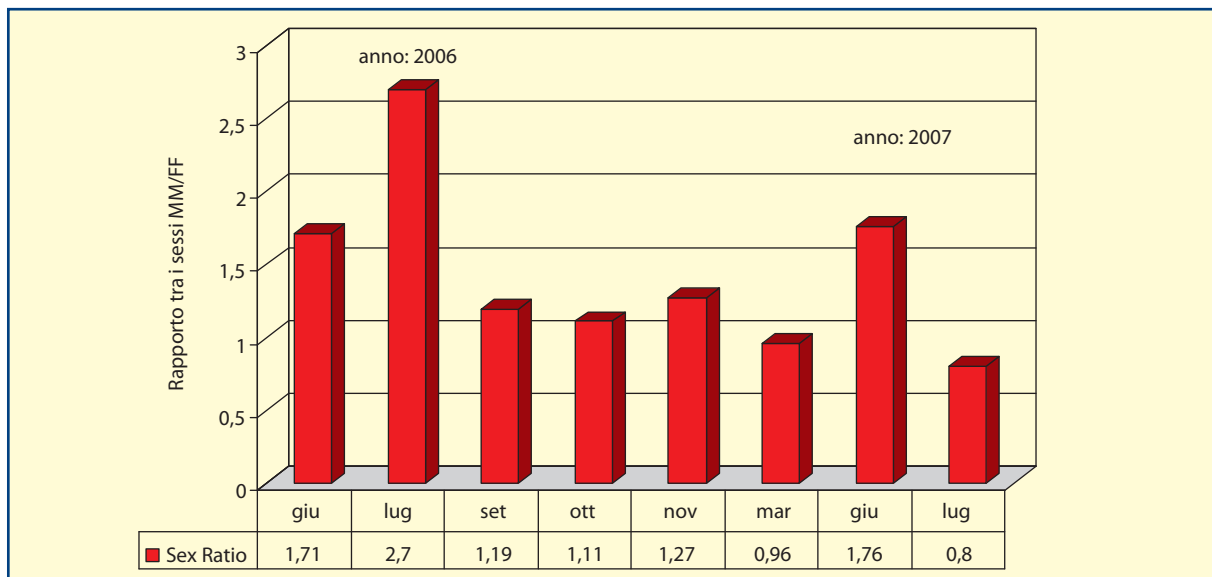
**Figura 1. Mappa della fascia costiera, comprendente il Lago di Lesina e di Varano (nord della Puglia), dove è stato svolto lo studio sul gambero peneide *Melicertus kerathurus*.**



## Risultati

L'analisi della sex ratio evidenzia una situazione complessivamente di equilibrio con un valore medio di 1,44 ( $\pm 0,61$ ), con andamento altalenante, e prevalenza dei maschi nel periodo estivo (marcato nel 2006 e parzialmente nel 2007; Fig. 2). Ciò viene spiegato dal fatto che nel periodo riproduttivo le femmine risiedono generalmente sotto costa, in aree dove la strascicante nella zona non arriva ad operare.

**Figura 2. Sex-ratio (maschi/femmine) della popolazione di *Melicertus kerathurus* lungo la fascia costiera del Mar Adriatico meridionale.**



Dai rilevamenti effettuati sulla popolazione del peneide nel corso dello studio risulta che in giugno e luglio 2006 le femmine sono mature (considerando unitamente gli stadi III e IV) in percentuale, rispettivamente, dell' 85,7% e 83,3%, e fecondate nel 100% dei casi. A partire da settembre non compaiono femmine mature e la

percentuale delle femmine fecondate scende al 2,4%, con un graduale recupero nei mesi invernali (a seguito degli accoppiamenti) fino ad arrivare nuovamente al 95% in giugno e 100% in luglio (2007).

La taglia media degli esemplari femminili in maturazione ovogenetica (agli stadi III e IV su 66 esemplari di FF; anni 2006 e 2007) corrisponde ad una lunghezza totale (TL) di 164,6 mm (CL = 42,4 mm e Peso = 41,8 g); quella minima di riproduzione, in assoluto, è pari a TL = 130,5 mm (CL = 33,24 mm; Peso = 19,8 g), mentre quella massima corrisponde a TL = 230,0 mm (CL = 63,2 mm; Peso = 102,8 g).

La lunghezza totale (LT) alla quale il 50% dei maschi si riproduce corrisponde a 127,56 mm, ovvero con CL = 31,42 mm. Relativamente alla popolazione femminile, la lunghezza totale (LT) alla quale il 50% delle femmine raggiunge la fase riproduttiva (maturazione degli ovai al IV stadio) corrisponde al valore di 175,18 mm, con CL = 45,56 mm.

Dai rilevamenti effettuati (sul totale di 66 femmine campionate in giugno e luglio 2007) risulta che quelle catturate in giugno sono mediamente più piccole (media: LT = 160,97 ± 17,36 mm; CL = 41,34 mm; n = 41) mentre quelle catturate in luglio 2007 risultano più grandi (media: LT = 166,67 ± 14,59 mm; CL = 43,03 mm; n = 25). Confrontando i dati relativi alle taglie delle femmine mature, separatamente, catturate nei mesi di giugno e luglio 2007, si riscontra che la taglia media delle femmine mature in giugno è più elevata che in luglio; ciò conferma quanto rilevato in altri studi (Lumare *et al.*, 1971; Scordella & Lumare, 2001), che cioè le prime a riprodursi sono le femmine di maggiore taglia (in giugno) e solo più tardi (in luglio) quelle di minore dimensione.

Relativamente ai due mesi nei quali principalmente avviene la riproduzione di *Melicertus kerathurus*, si rileva in giugno, una elevata percentuale di femmine al 4° stadio ovogenetico (53,6%), con una congrua rappresentanza di esemplari allo stadio 3° (36,6%) e scarsa allo stadio 2° (9,8%); sono assenti femmine al 1° e 5° stadio ovogenetico. Nel mese di luglio tale schema nel complesso si ripete, con una situazione -come era da attendersi- di una maggiore componente di femmine al 4° stadio (64,0%), una minore componente al 3° stadio (24,0%), assenza al 1° stadio e presenza allo stadio 5° (8%).

Dall'esame degli stadi di sviluppo ovogenetico nei campioni di femmine raccolte in giugno e luglio 2007 risulta che il 4° stadio oscilla in un ambito di valori dell'Indice Gonado Somatico (GSI) compreso tra 7,35 e 14,35 (±1,99), il 3° stadio tra 4,24 e 6,57 (±0,69), il 2° tra 3,11 e 3,99 (±0,40) e, infine, il 5° stadio tra 2,10 e 2,60 (±0,06), mentre il 1° stadio è assente. Il valore medio di GSI (limitatamente alle sole femmine al IV stadio) nei due mesi considerati, è risultato pari a 9,97 con una media di 10,17 in giugno e 9,69 in luglio.

Il numero medio di ovociti maturi allo stadio IV è risultato 79.143 (± 19.041) per g di ovario (fecondità relativa), mentre la fecondità assoluta media è stata 322.102 (± 100.482). La relazione tra TL (mm) e il numero totale di ovociti è stata soddisfatta attraverso i seguenti parametri a = 0,0563 - b = 3,0384.

Dall'analisi biometrica effettuata sugli ovociti (n = 818) di femmine al IV stadio di sviluppo ovogenetico, risulta, infine, che il diametro medio è pari a 258,70 (± 57,49) micron. Tutti i risultati sono sintetizzati e comparati con altri riportati in bibliografia nella Tabella 1.

**Tabella 1. Aspetti riproduttivi del gambero peneide *Melicertus kerathurus* (Forskål, 1775) in differenti aree di studio.**

<i>Melicertus kerathurus</i>	Studio presente	Heldt (1938)	Rodriguez (1985)	Conides (2008)
Area di studio	Italia	Tunisia	Spagna	Grecia
Periodo riproduttivo	Giugno - Agosto	Maggio - Settembre	Giugno - Agosto	Maggio - Settembre
TL maturazione ovogenetica (stadi III e IV)	130,50 - 230,00 mm media = 164,60 mm	-	-	-
TL <sub>50%</sub>	Maschi: 127,56 mm Femmine: 175,18 mm	-	Maschi: 90,75 mm Femmine: 121,00 mm	Femmine: 181,26 mm
GSI (femmine al IV stadio)	9,97	-	9,40 - 9,91	9,62
Ovociti maturi allo stadio IV	Fecondità relativa: 79.143 per g di ovario Fecondità assoluta media: 322.102 (± 100.482)	Fecondità assoluta: 800.000 - 1.200.000	Fecondità relativa: 67.625 per g di ovario Fecondità assoluta media: 669.696	Fecondità relativa: 154.600 per g di ovario Fecondità assoluta media: 800.000
Diametro medio ovociti allo stadio IV	258,70 (± 57,49) µm	tra 259,00 e 285,00 µm	-	-



## Discussione e conclusioni

Il periodo riproduttivo di *Melicertus kerathurus* nell'area oggetto di questo studio incomincia alla fine di maggio-inizio giugno e si conclude nella prima metà di agosto. I mesi più importanti sotto tale profilo sono apparsi, tuttavia, quelli di giugno e luglio, nei quali i valori dell'indice gonado somatico sono risultati, mediamente, di 10,17 in giugno e di 9,69 in luglio.

Ricerche svolte in passato avevano evidenziato che nell'area di Termoli l'attività riproduttiva di *Melicertus kerathurus* avveniva dalla fine di maggio-inizio giugno fin verso la metà di agosto (Lumare & Villani, 1972; Lumare 1976).

Uno studio successivo (Lumare & Scordella, 2001) ha confermato che la maturazione ovarica di *Melicertus kerathurus* in questa area marina si svolge dalla fine di maggio per concludersi alla fine di agosto, con i mesi di maggiore attività riproduttiva in giugno e luglio.

Heldt (1938) indica come periodo riproduttivo quello che va da inizio maggio a fine settembre sulle coste settentrionali della Tunisia, mentre su quelle meridionali (Isole Kerkenna) va da inizio aprile a fine settembre.

Rodriguez (1985) riporta come periodo più propizio per la riproduzione della specie nel Golfo di Cadice (Spagna) quello che va da giugno ad agosto; in tale periodo i valori medi dell'indice gonado somatico variano da 9,40 a 9,91, con valore massimo di 11,14. I valori sono sensibilmente più bassi a maggio (media: 6,3) e a settembre (media: 6,35).

Conides (2008) riporta come periodo riproduttivo del peneide nel Golfo di Amvrakikos (Grecia Occidentale) quello che va da maggio a settembre, per il quale fornisce il valore medio di 9,62 (range: 4,20 – 21,98) dell'Indice Gonado Somatico in femmine mature.

Relativamente alle taglie di prima riproduzione, Rodriguez (1985) indica quelle di 90,75 mm (TL) e 121,00 mm (TL), rispettivamente, per maschi e femmine.

Conides *et al.*, (2006) riportano la taglia (TL) di prima riproduzione delle femmine corrispondente a 181,26 mm, ovvero CL = 46,03 mm.

Nel nostro studio la taglia di prima riproduzione corrisponde per maschi e femmine, rispettivamente, a 127,56 mm (CL = 31,42 mm) e 175,18 mm (CL = 45,56 mm). Un precedente studio svolto nella stessa area (Scordella & Lumare, 2001) aveva indicato come taglia minima di riproduzione delle femmine la lunghezza totale di 202,09 mm.

I valori relativi al numero di ovociti maturi non sempre corrispondono tra i vari autori. Heldt (1938) riporta, che una riproduzione incompleta, ottenuta in acquario, produceva 800.000 uova, e stimava che una deposizione completa potesse raggiungere 1.200.000 uova.

Rodriguez (1985) riporta da un minimo di 80.925 ovociti maturi in una femmina di 129,5 mm ad un massimo di 669.696 in un esemplare di 179,00 mm, ed indica da 70.125 ovociti in ovario da 1,4 g a 531.742 ovociti maturi in ovario da 7,5 g, ciò corrisponde mediamente a 67.625 ovociti maturi per g di ovario.

Conides (2008) rileva mediamente un numero di 154.600 ovociti per g di ovario, con una fecondità assoluta massima di 800.000 ovociti in un esemplare di lunghezza totale (TL) pari a 210,00 mm (CL = 53 mm).

Nel nostro studio è risultato mediamente un numero di 79.143 ( $\pm$  19.041) ovociti maturi per g di ovario, ovvero 322.102 ( $\pm$  100.482) unità emesse mediamente per femmina, con valori estremi compresi tra un minimo di 112.504 ed un massimo di 606.209 ovociti maturi per femmina. Tali dati corrispondono nel complesso a quelli riportati da Rodriguez (1985).

Prove di riproduzione in laboratorio (Lumare *et al.*, 1971; Lumare, 1976) su femmine selvatiche di *Melicertus kerathurus* (n = 24) hanno evidenziato che il numero massimo di uova rilasciato è pari a 278.000, con valori minimi di poche migliaia. (media =  $69.193 \pm 5.175$ ).

Il valore modale individuato della dimensione dell'ovocita maturo, pari a 25,00 micron, è accettabile, considerato che il diametro dell'uovo, subito dopo l'emissione, misura tra 259,00 e 285,00 micron (rispettivamente per l'asse minore e quello maggiore; Heldt, 1938).

Tenuto conto della capacità di *Melicertus kerathurus* di ricostituire le riserve energetiche in tempi relativamente ridotti (Lumare, 1979), è probabile che la specie possa, nell'arco di tempo del periodo riproduttivo, rilasciare le uova almeno due volte. Tale ipotesi sembra avere conferma da uno studio recente sui tempi delle montate "ad ondate" del novellame di *Melicertus kerathurus* nello Stagno di Acquatina (costa meridionale della Puglia; Lumare & Lumare, 2009), che configurano coorti ben distinte per taglia e per tempi.

## Bibliografia

- Conides A., Glamuzina B., Jug-Dujaković J., Papacostantinou C. & Kaporis C., 2006. Age, growth and mortality of the karamote shrimp, *Melicertus kerathurus* (Forskäl, 1775) in the east Ionian Sea (Western Greece). *Crustaceana*, 79 (1): 33-52.
- Conides A., Glamuzina B., Jug-Dujaković J., Papacostantinou C. & Kaporis C., 2008. Study of the reproduction of the Karamote shrimp *Penaeus (Melicertus) kerathurus* in Amvrakikos Gulf, western Greece. *Acta Adriatic.*, 49 (2): 97-106.
- FAO, 2009. FAO yearbook, Fishery and Aquaculture Statistics. 2007. Rome: 72 pp.
- Groeneveld, J.C., 2000. Stock assessment, ecology and economics as criteria for choosing between trap and trawl fisheries for spiny lobster, *Palinurus delagoae*. *Fishery Research*, 48:141-155.
- Heldt, J.H., 1938. La reproduction chez le Crustacés Décapodes de la Famille des Pénéides. *Ann.Inst. Océanogr. Salambô*, 18 : 31-206
- Holthuis L.B. 1980. FAO species catalogue. Vol.1. Shrimps and prawns of the world. An annotated catalogue of species of interest for fisheries. FAO Fish. Synop., (125) Vol.1: 261 pp.
- Lumare F., Blundo C.M., & Villani P., 1971. Riproduzione ed allevamento intensivo di *Penaeus kerathurus* (Forskäl, 1775), dall'uovo alla post-larva. *Boll. Pesca Piscic.Idrobiol.*, 1 -:209- 242.
- Lumare F., 1972. Riproduzione intensiva di *Penaeus kerathurus* (Forskäl, 1775) in condizioni controllate ed allevamento in acqua salmastra. *Atti Soc. Peloritana Sc. Fis. Mat. e Natur.*, 18: 97-116.
- Lumare F., 1976. Research on the reproduction and culture of the shrimp *Penaeus kerathurus* in Italy. *FAO Studies and Reviews*, 55: 35-48
- Lumare F., 1979. Reproduction of *Penaeus kerathurus* using eyestalk ablation. *Aquaculture*, 18: 203-214.
- Lumare F., 2001. Ciclo biologico, accrescimento e riproduzione del gambero peneide *Melicertus kerathurus* nella fascia costiera del basso adriatico. In: *Atti del Workshop "Stato della pesca e dinamica di popolazione del gambero mediterraneo *Penaeus kerathurus* in alcune aree della costa adriatica". Lecce, 16 Marzo 2001: 2-14.*
- Lumare D. & Lumare L., 2008. Ciclo riproduttivo del peneide (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) *Melicertus kerathurus* Forskäl, 1775 nella fascia costiera tra Termoli e il Lago di Lesina 14-21. In In: *Atti del Workshop "Stato della pesca e dinamica di popolazione del gambero mediterraneo *Penaeus kerathurus* in alcune aree della costa adriatica". Lecce, 16 Marzo 2001: 14-21.*
- Lumare D. & Lumare L., 2009. Migrazione e accrescimento dei giovanili del Crostaceo Decapode (Penaeidae) *Melicertus kerathurus* Forskäl, 1775 nel Lago di Acquatina. *Thalassia Salentina*, 31 Suppl.: 117-126
- Motoh H., 1981. Studies on the fisheries biology of the giant tiger prawn *Penaeus monodon* in the Philippines. *Tech. rep. n° 7 SEAFDEC*: 1-128
- Scordella G. & Lumare F., 2001 Stato delle popolazioni di *Penaeus (Melicertus) kerathurus*: valutazione dello sforzo di pesca e della produttività nelle aree di Termoli (CB), Lesina (FG) e Frigole (LE). In: *Atti del Workshop "Stato della pesca e dinamica di popolazione del gambero mediterraneo *Penaeus kerathurus* in alcune aree della costa adriatica". Lecce, 16 Marzo 2001: 20-27.*
- Rodriguez A., 1985. Biologia del langostino *Penaeus kerathurus* (Forskäl, 1775) del golfo de Cádiz. I. Reproducción. *Inv. Pesq.*, 49 (4):581-595.

# EFFECTS OF NATURAL COMPOUNDS IN THE SEX DETERMINATION OF DECAPOD CRUSTACEANS AND POSSIBLE AQUACULTURE APPLICATIONS: A REVIEW

**Valerio Zupo, Chingoleima Maibam**

Stazione Zoologica Anton Dohrn. Laboratorio di Ecologia Funzionale ed Evolutiva. Punta San Pietro.  
80077 Ischia (NA) Italia. email: vzupo@szn.it

## Summary

Some natural substances, especially those produced by aquatic plants, can have different biological effects on decapod crustaceans. Several studies demonstrated the activity of wound-activated compounds on the physiology of planktonic and benthic crustaceans. Many of these compounds are produced at the time of the rupture of the cell wall, in order to reduce the pressure of grazing. They may have toxic or teratogenic effects and have been identified mainly in the plankton (reduction of grazing by planktonic copepods on some diatoms). Other compounds had probably a deterrent mean, but they are used as seasonal signals by some decapods and they are able to stabilize natural populations. This is the case of the substances that trigger a rapid apoptosis (programmed cell death) of androgenic gland in postlarvae of the protandric shrimp *Hippolyte inermis*, thus leading to their sex reversal and the production of young females. Extracts of benthic diatoms containing these bioactive compounds have been tested on various benthic and planktonic organisms, in order to define their mechanism of action and their chemical nature. Bioassays aimed at the elucidation of the molecular structure of the active compound are still ongoing. Our aim was initially to establish if it was possible to obtain pseudo-females of commercially interesting species (e.g. *Cherax* spp.) to be crossed with natural males, in order to obtain an all-male generation. This result might, in fact, produce clear benefits to the environment (non-native species could never be introduced in natural environments in an appropriate gender proportion) and the economy (fastest growing of conspicuous males). First results have failed to obtain a change of sex by simply administrating diatom crude extracts, but the future explication of molecular mechanisms that control the specificity of apoptogenic activity will enable the development of biotechnologies to help the control of sex in decapod crustaceans.

## Introduction

Shrimp aquaculture in the world has largely developed in the last decades. However, new technological advances in hormonal manipulation of shrimp reproduction are increasingly requested for effective stock enhancement and to maximize the yields with minimum efforts (Rungsin *et al.*, 2006). This claims for striking progresses in shrimp endocrinology, because we need to develop newer hormonal manipulation techniques. At date, eyestalk hormones, ecdysteroids, and vertebrate-type steroid hormones are known and applied to female reproduction. Eyestalk ablation induces ovarian development, indicating the role of the eyestalk hormones and vitellogenesis-inhibiting hormone (Sroyraya *et al.*, 2010). Hemolymph levels of ecdysteroids and vertebrate-type steroid hormones are not involved in the regulation of ovarian development (Okumura and Hara, 2004). For male reproduction, the Androgenic Gland (AG) showed distinct structural changes in relation to male reproductive activity, indicating that the hormone has a key role in the regulation of male reproductive activity as well in the male maturation of sex (Sagi and Aflalo, 2005; Fowler and Leonard, 1999).

At present, no hormones are technically available for controlling shrimp reproduction, besides the hormone changes produced by eyestalk ablation, that is the only technique routinely used. In conclusion, endocrinology of shrimp reproduction is not yet sufficiently understood (Okumura, 2004). Only a few hormones have been detailed so far, and many hormones are still unidentified. Another important field of research involving hormonal regulation of decapod physiology is the control of sex (Fingerman, 1997). Some species are characterized by striking differences between sexes (in terms of size, growth rate, colour, etc) and the possibility to obtain populations of a single sex could provide unprecedented opportunities for dramatic improvements of productions (Rungsin, 2006). The techniques in this field are still in their infancy, since we still apply surgical ablation or chemical destruction of gonads in broodstocks, with enormous mortality and high costs (Schechter *et al.*,

2005). Recent investigations on the effect of natural products on the AG of selected decapods (Zupo, 2000), however, open some interesting perspectives of research to obtain elegant and low-cost results.

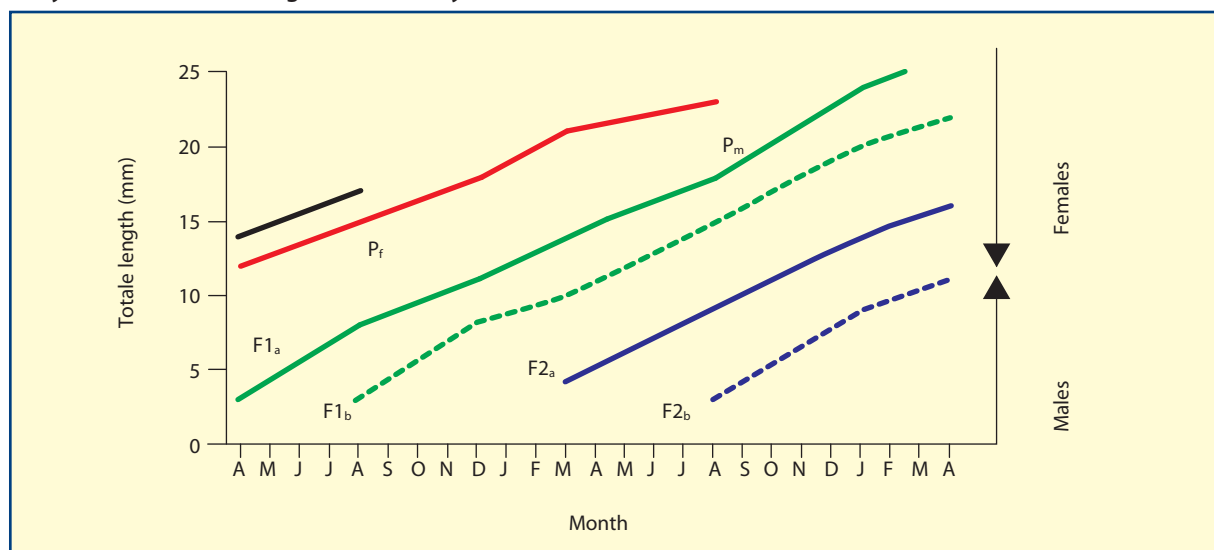
**Key Words:** Natural Compounds, Sex Determination, Decapod, Androgenic Gland

### Control of sex in decapod crustaceans

Any newborn organism must take a first fundamental decision: male or female? In most of higher organisms this decision implies the realization of a very complex hormonal network, assuring stability during the development. In crustacean decapods this process is relatively simple, since the sex is determined by the activity of a single organ, the Androgenic Gland (AG). This is a small endocrine organ, often covered by a layer of connective tissue, attached to the distal part of spermatid ducts and ejaculatory bulbs (Huberman, 2000). The control by the androgenic gland (AG) of male sex differentiation, in crustaceans, was first described in the amphipod *Orchestia gammarella* (Charniaux-Cotton, 1954). In decapod crustaceans, removal of the AG from a male produces regression of male characteristics, while implantation of AG into juvenile females results in the inhibition of vitellogenesis and development of male sexual features (Nagamine and Knight, 1987; Sagi *et al.*, 1990; Lee *et al.*, 1993). As a result, decapod crustaceans have a natural tendency to develop as females, but the simple presence (or implant) of an AG induce the masculinization of that individual. In addition, a direct inhibition by the sinus gland (in shrimp's eyestalks) on the AG was demonstrated (Khalaila *et al.*, 2002; Srorya *et al.*, 2010), and this suggests an endocrine axis-like relationship between the sinus gland, the AG, and the male reproductive system. Therefore, the "simple" hormonal regulation of decapod sex is under the control of the "complex" eyestalk gland system.

To date, attempts to identify active AG factors in decapods through either classical purification techniques or sequence similarity with isopod AG hormones have proven unsuccessful. Manor *et al.* (2007) identified an insulin-like proteinaceous compound, produced in the AG and composed of 176 amino acids, able to control the sex in the crayfish *Cherax quadricarinatus*. Presently, cDNA libraries have been constructed for various species of decapods, in order to test the hypothesis that this same compound is the main hormone produced by the AG of decapod crustaceans (Sagi and Khalaila, 2001).

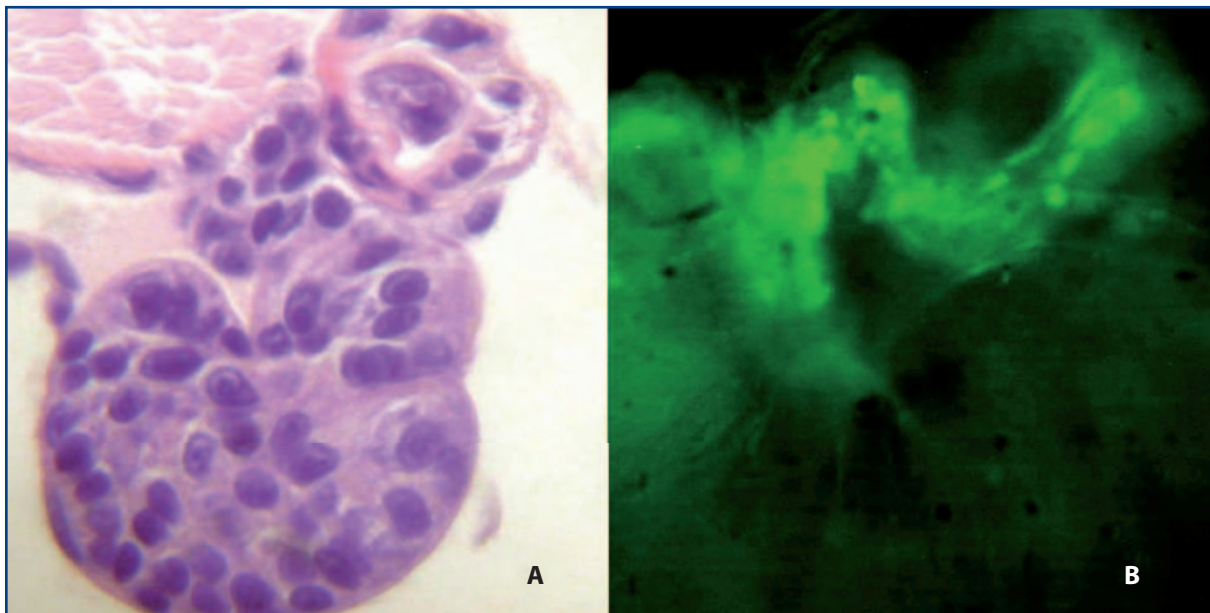
**Figure 1. Life Cycle of *H. inermis* (From Zupo, 1994, modified). Pf, Pm, Parental female generation and Parental male generations. F1, F2, filial generations. a, April generation (both males and small females); b, September generation (only males, that will change sex the next year).**



However, the "simple" mechanism of sex determination, based on a single gland and, probably, on a single insulin-like hormone, makes the sex of decapods very plastic. Several species are hermaphroditic, both sequential or contemporaneous, and sex may change due to environmental cues (Zupo, 2000) or due to parasitic influences (Reverberi, 1943; Reverberi, 1952), stress (Rider *et al.*, 2005) and other factors.

Sequential hermaphrodites in decapod crustaceans have been included as a part of reviews with different purposes by Yaldwyn (1966), Fukuhara (1999), and Chiba, (2007), among the others. Chiba (2007), in particular, listed 57 species of protandric hermaphrodite decapods, including partial protandric or protandric-simultaneous hermaphrodite. No protogynous hermaphrodite decapods have so far been reported. In fact, any factor able to reduce in size or destroy the small AG present in males, is able to trigger a sex change to female. For the same reason, we observe a variety of sexual layouts. Some species (*Marsupenaeus* spp., *Palaemon* spp. etc) conserve their sex for the whole life, because their AG is very stable and persistent, and it is conserved throughout the whole lifespan. Therefore, males never change their sex (Bauer and van Hoy, 1996). Some other species (e.g., *Lysmata* spp.; Bauer, 2002; Bauer, 2006) are simultaneous hermaphrodites, because their AG reduces in size during the development, but it is never totally destroyed. Consequently we observe individuals that are males in the first phases of their adult life, then they loose some male external characters but they conserve the ability to mate as males or females and, of course, they conserve both ovaries and testes. Some species (e.g., *Processa edulis*; Noel, 1973; *Pandalus* spp.; Bergström, 2000) are protandrous hermaphrodites, because their AG is slowly destroyed. In this case, the initial regression of the AG corresponds to a regression of the testes, and the production of a new organ defined "ovotestis". Finally, the destruction of the AG is completed, the regression of the testes continues, and the ovotestis evolves into a functional ovary. Contemporaneously, the external sexual characters change accordingly: the appendix masculina is progressively reduced in size and number of hairs; the male gonopores are closed, while female gonopores appear on the walking legs; eventually, colours and shape of chelipeds may change, if a sexual dimorphism characterizes the considered species. This is the "typical" case of sex reversal in decapods, because it consists of well-known temporal phases, characterizing several species (Chiba, 2007). However, several important exceptions make this process variable and somewhat puzzling. Also stress may trigger the appearance of a higher number of females in some species (Rider *et al.*, 2005). Various environmental factors like temperature (Allen, 1959) and food (Zupo, 1994; Calado *et al.*, 2005) may influence the sex change in some species of decapods.

**Figure 2. Androgenic gland of *Hippolyte inermis*. A, normal physiologic conditions (Hematoxylin-Eosin staining, 400 X). B, during its apoptosis (TUNEL staining for the rapid detection of apoptosis, 200 X).**



### The peculiar case of *Hippolyte inermis* for comprehension of general trends

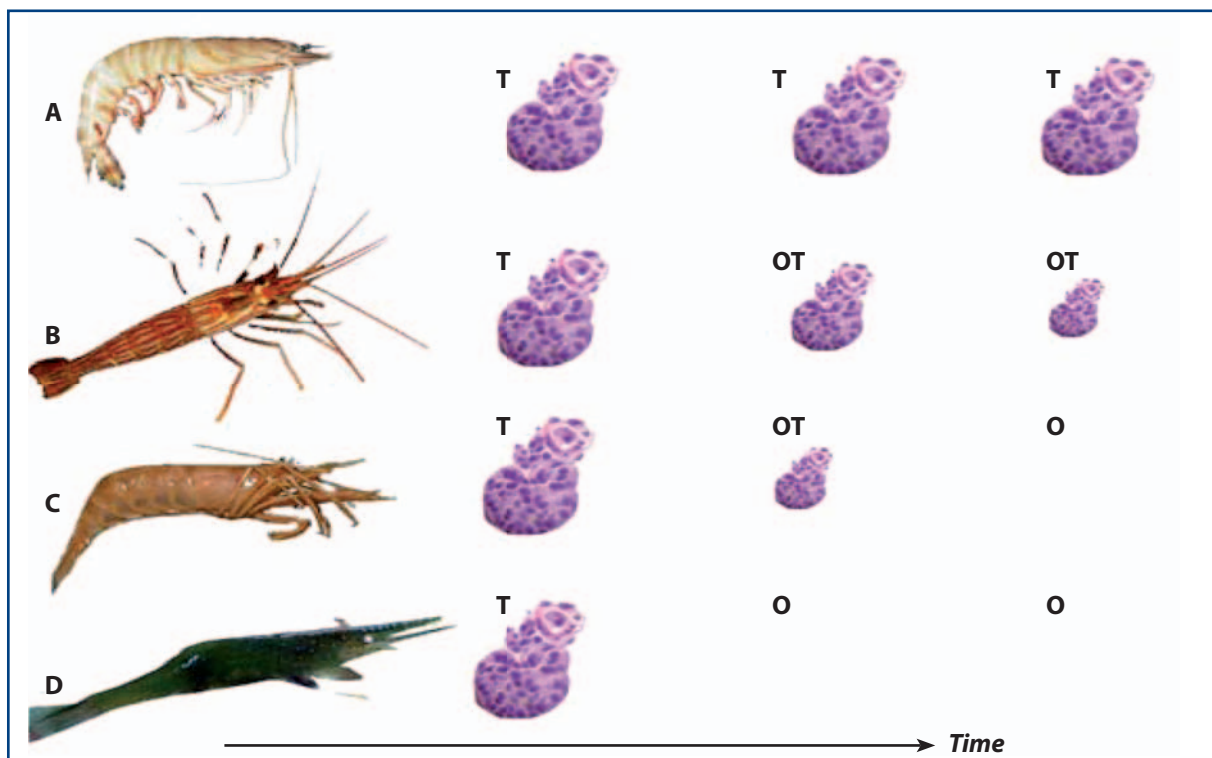
*Hippolyte inermis* is a small shrimp living in seagrasses of the Mediterranean and it is characterized by a peculiar mechanism of sex reversal (Reverberi, 1950) influenced by the ingestion of diatom foods (Zupo, 2000). In fact, the development of the ovary in this species is preceded by the total destruction of the testes (Reverberi, 1950) and an ovotestis is never observed (Cobos *et al.*, 2005). For this reason, the latter authors hypothesized a gonochoristic life strategy for this species. However, its sex reversal was demonstrated in the laboratory (Zupo



*et al.*, 2007a) although it is very fast, takes place in a single moult, and corresponds to an abrupt disappearance of the appendix masculina. In this case (Figure 1), it was demonstrated that the AG is destroyed normally at an age of 1 year, in individuals of about 10-12 mm (TL). However, there are small females, in natural populations, in which the AG is destroyed after about 1 month from the hatching of eggs. In this case, the AG destruction is due to the ingestion of diatoms of the genus *Cocconeis*, and it leads to the appearance of young females of 6-7 mm TL. The apoptogenic effect (Figure 2) of diatom compounds is fast (3-4 days), limited to a specific temporal window (from the 2nd to the 8th day after settlement of postlarvae), specific for the tissues of the AG (no toxic effects have been demonstrated in other tissues of the shrimps) and dose dependent (Zupo and Messina, 2007). This effect is perfectly natural and it stabilizes natural populations, because it provides a higher number of young females, indispensable to produce a reproductive burst in autumn.

When we observe the variety of sexual layouts above summarized, a very complex situation appears to characterize the decapod determination of sex. However, a canonical comparison of the different strategies indicates that a single factor, represented by the tissue fragility of the decapod's AG, may produce such a range of life strategies (Figure 3). In fact, in some decapods the AG is persistent and strong: in this case we simply observe gonochorism (Cobos *et al.*, 2005). In other species, it is slowly destroyed, but part of it remains alive, and we observe simultaneous hermaphroditism (Bauer and Newman, 2004). In other species, the AG is slowly destroyed, and we observe the typical cases of protandric hermaphroditism (Noel, 1973). In other species, finally, the AG is very weak and it may be destroyed by stress or environmental impacts (temperature, food, etc) and these are the "peculiar" cases that generate many discussions among scientists (Zupo *et al.*, 2007b). In conclusion, the role played by a single gland (the AG) and the tissue persistence of this small structure, generates the variety of sexual adaptations we observe in various species of crustacean decapods. In other words, according to the grade of fragility of an AG (very stable, partially weak, very unstable and easily destroyed by external or physiologic factors), we observe gonochorism, simultaneous hermaphroditism or protandric sex change, respectively. Of course, hermaphroditism and sex change should be seen in the light of Darwin's theory and species applying these strategies evolve when they have selective advantages (Giselin, 1969; Giselin, 2006), but the sex control ruling the physiology of decapod crustaceans makes the choice "simpler".

**Figure 3. Diagrammatic representation of various possible sexual layouts in decapods. A. The case of a typical gonochoristic species, bearing a persistent AG. B. The case of *Lysmata*-type contemporaneous hermaphrodites. C. The case of *Processa*-type protandric species. D. The case of *Hippolyte inermis*. The relative size of the AG during the lifespan of a male individual is sketched. T, presence of testis. OT, presence of an ovotestis. O, presence of an ovary.**





## All male populations for decapod aquaculture

Males of some species of decapods grow faster and reach higher weights at harvest, compared to females. This fact makes the culture of all-male populations desirable. It is the case, for example, of *Macrobrachium rosenbergii* (Aflalo *et al.*, 2006), *Cherax quadricarinatus* (Shechter *et al.*, 2005) and other species of decapod crustaceans, in which a bimodal growth pattern is exhibited by the two sexes and males show superior growth in comparison to females. As a matter of fact, monosex culture strategy has become a common practice in fish-based aquaculture (Beardmore *et al.*, 2001; Devlin and Nagahama, 2002), and attempts have been made to apply these techniques to crustacean culture (Lawrence *et al.*, 2000; Sagi *et al.*, 1997; Siddiqui *et al.*, 1997), since male and female crustaceans may differ in terms of growth rates, behaviour patterns and husbandry needs. Various crustacean species exhibit bimodal growth patterns, and males exhibit superior growth to females or vice-versa (Hartnoll, 1982). According to the data previously reported, sex differentiation can be manipulated in decapod crustaceans through the removal of the AG, without damaging the gonads, and such manipulations can play a key role in producing monosex cultures. Surgical removal of the AG from juvenile *M. rosenbergii* at an early developmental stage resulted in complete sex reversal, leading to the development of functional females capable of mating and producing progeny (Sagi *et al.*, 1997). Crossing of sex reverted males (pseudo-females) with normal males, yields an all male progeny, as forecasted by the homogametic male theory (Katakura, 1989; Sagi and Cohen, 1990). A feasible sex reversal procedure was developed by Aflalo *et al.* (2006) using a two-phase microsurgical AG ablation. Neofemales capable of generating an all-male progeny were produced, and they served as broodstock for monosex culture.

The advantages of such a technique are the higher weights of the male prawns, the shorter time for maturation, the saving of resources that would have been necessary for growing females, and the simplification of reproduction in grow-out ponds. It is obvious that applied significance lies in the understanding of the AG and sexual differentiation processes. However, the surgical ablation of AG is a complex operation, producing high mortality and needing very specialized operations. Therefore, the chemical destruction of AGs using a mechanism parallel to the one observed in males of *Hippolyte inermis* could lead to great simplification, reduction of costs, and virtual absence of mortality. Unfortunately, the compounds contained in *Cocconeis* spp. diatoms are very specific and they act only on the testes of *Hippolyte inermis* (Zupo *et al.*, 2007a). In fact, when we tested crude extracts of the diatoms on the AGs of *Cherax quadricarinatus*, *in vitro*, we obtained no significant effects. However, we aim at elucidating the mechanism of action of these compounds, starting from the peculiar case *Hippolyte-Cocconeis*, in order to develop new biotechnologies effective on selected species of shrimps and prawns.

## Conclusions and future perspectives

We are presently testing diatom fractions obtained from crude extracts of *Cocconeis scutellum parva*, on post-larvae of *Hippolyte inermis*. At date, we demonstrated that the active compound, *i.e.*, the factor able to trigger the appearance of larger number of females, in culture, is contained in a non-polar fraction. Therefore, the active compound having such specific apoptogenic activity on the AGs of the shrimp, could be a fatty acid or a lipoprotein. When the chemical structure of the active compound will be fully elucidated, then we will test its effect *in vitro* using a micro-array technique. This will allow for determining its mechanism of action. Based on these data, we will attempt the development of active compounds effective on AGs of other species of decapod crustaceans.

**Acknowledgements:** the diatom biomasses used for the bioassays on *Hippolyte inermis* were produced within the E.U. funded project (004800) Pharmapox. As well, the experiments aimed at testing the effect of diatom crude extracts on the AG of *Cherax quadricarinatus* were performed by the Prof. Sagi research group, within the E.U. Pharmapox project. C. Maibam was fully funded by an S.Z.N.-Open University PhD fellowship. The diatom fractions used for bioassays were prepared by Prof. F. Juttner and Dr. Judith Blom (Limnology Institute, University of Zurich, CH).

## Bibliography

- Aflalo E.D., Hoang T.T.T., Nguyen V.H., Lam Q., Nguyen D.M., Trinh Q.S., Raviv S., Sagi A., 2006. A novel two-step procedure for mass production of all-male populations of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, 256: 468-478.
- Allen J.A., 1959. On the biology of *Pandalus borealis* Krøyer, with reference to a population off the Northumberland coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 38: 189-220.
- Bauer R.T. and Newman W.A., 2004. Protandric simultaneous hermaphroditism in the marine shrimp *Lysmata californica* (Caridea: Hippolytidae). *Journal of Crustacean Biology*, 24(1): 131-139.
- Bauer R.T. and vanHoy R., 1996. Variation in sexual systems (protandry, gonochorism) and reproductive biology among three species of the shrimp genus *Thor* (Decapoda: Caridea). *Bulletin of Marine Science*, 59(1): 53-73.
- Bauer R.T., 2002. Reproductive ecology of a protandric simultaneous hermaphrodite, the shrimp *Lysmata wurdemanni* (Decapoda: Caridea: Hippolytidae). *Journal of crustacean biology*, 22(4): 742-749.
- Bauer R.T., 2006. Same sexual system but variable sociobiology: evolution of protandric simultaneous hermaphroditism in *Lysmata* shrimps. *Integrative and Comparative Biology*, 1093: 1-9.
- Beardmore J.A., Mair G.C., Lewis R.I., 2001. Monosex male production in finfish as exemplified by *Tilapia*: applications, problems, and prospects. *Aquaculture*, 197: 283-301.
- Bergström B.I., 2000. The biology of *Pandalus*. *Advances in Marine Biology* 38: 55-245.
- Calado R., Figueiredo J., Rosa R., Nunes M.L., Narciso L., 2005. Larval culture of Monaco shrimp *Lysmata seticaudata* (Decapoda: Hippolytidae): effect of temperature, rearing density and larval diet. *Aquaculture*, 245: 221-237.
- Calado R., Rosa R., Morais S., Nunes M.L., Narciso L., 2005. Growth, survival, lipid and fatty acid profile of juvenile monaco shrimp *Lysmata seticaudata* fed on different diets. *Aquaculture research*, 36(5): 493-504.
- Charniaux-Cotton H., 1954. Découverte chez un Crustacé Amphipode (*Orchestia gamarella*) d'une glande endocrine responsable de la différenciation des caractères sexuels primaires et secondaires mâles. *C.R. Académie de Science de Paris*, 239: 780-782.
- Chiba S., 2007. A review of ecological and evolutionary studies on hermaphroditic decapod crustaceans. *Plankton and Benthos Research*, 2(3): 107-119.
- Cobos V., Diaz V., Garcia-Raso J.E., Manjòn-Cabeza M.E., 2005. Insights on the female reproductive system in *Hippolyte inermis* (Decapoda, Caridea): is this species really hermaphroditic? *Invertebrate Biology*, 124(4): 310-320.
- Devlin R.H., Nagahama, Y., 2002. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. *Aquaculture*, 208: 191-364.
- Fingerman M., 1997. Crustacean endocrinology: a retrospective, prospective, and introspective analysis. *Physiology and Zoology*, 70: 257-269.
- Fowler R.J., Leonard B.V., 1999. The structure and function of the androgenic gland in *Cherax destructor* (Decapoda: Parastacidae). *Aquaculture*, 171:135-148.
- Fukuhara H., 1999. Sex change in crustacea. *Aquabiology*, 125: 487-494.
- Ghiselin M.T., 1969. The evolution of hermaphroditism among animals. *Quarterly review of biology*, 44: 189-08.
- Ghiselin M.T., 2006. Sexual selection in hermaphrodites: where did our ideas come from? *Integrative and Comparative Biology*, 46( 4): 368-372.
- Hartnoll R.G., 1982. Growth. In: Bliss, D.E. (Ed.), In: *The Biology of Crustacea*. Academic Press, New York, pp. 111-197.
- Huberman A., 2000. Shrimp endocrinology. A review. *Aquaculture*, 191: 191-208.

- Katakura Y., 1989. Endocrine and genetic control of sex differentiation in the malacostracan Crustacea. *Invertebrate Reproduction and Development*, 16: 177-182.
- Khalaila I., Manor R., Weil S., Granot Y., Keller R., Sagi A., 2002. The eyestalk- androgenic gland- testis endocrine axis in the crayfish *Cherax quadricarinatus*. *General and comparative endocrinology*, 127: 147-156.
- Lawrence C.S., Cheng Y.W., Morrissy N.M., Williams I.H., 2000. A comparison of mixed-sex vs. monosex growout and different diets on the growth rate of freshwater crayfish (*Cherax albidus*). *Aquaculture*, 185: 281-289.
- Lee T.H., Shigesawa R., Yamasaki F., 1993. Partial masculinization of female *Eriocheir japonicus* (Brachyura, Grapsoidea) by androgenic gland implantation. *Suisan Zoshoku*, 41: 311-319.
- Manor R., Weil S., Oren S., Glazer L., Aflalo E.D., Ventura T., Chalifa-Caspi V., Lapidot M., Sagi A., 2007. Insulin and gender: an insulin-like gene expressed exclusively in the androgenic gland of the male crayfish. *General and comparative endocrinology*, 150: 326-336.
- Nagamine C., Knight A.W., 1987. Masculinization of female crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard). *International Journal of Invertebrate Reproduction and Development*, 11: 77-85.
- Noel P., 1973. Cycle biologique et inversion sexuelle du crustacé décapode *Natantia Processa edulis*. *Cahiers de Biologie Marine*, 14: 2-17.
- Okumura T., 2004. Perspectives on hormonal manipulation of shrimp reproduction. *JARQ*, 38 (1): 49-54.
- Okumura T., Hara M., 2004. Androgenic gland cell structure and spermatogenesis during the molt cycle and correlation to morphotypic differentiation in the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Zoological Sciences*, 21: 621-628.
- Reverberi G., 1943. Sul significato della castrazione parassitaria. La trasformazione del sesso nei Crostacei parassitati da Bopiridi e da Rizocefali. *Pubblicazioni Stazione Zoologica di Napoli*, 19 :225-316.
- Reverberi G., 1950. La situazione sessuale di *Hippolyte viridis* e le condizioni che la reggono. *Bollettino Zoologico*, 4: 91-94.
- Reverberi G., 1952. Parassitismo, iperparassitismo e sesso nei Crostacei. *Pubblicazioni Stazione Zoologica di Napoli*, 23: 285-296.
- Rider C.V., Gorr T.A., Olmstead A.W., Wasilak B.A. and Leblanc G.A., 2005. Stress signalling: coregulation of hemoglobin and male sex determination through a terpenoid signaling pathway in a crustacean. *Journal of Experimental Biology*, 208:15-23.
- Rungsin W., Paankhao N., Na-Nakorn U., 2006. Production of all-male stock by neofemale technology of the Thai strain of freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, 259 (1-4): 88-94.
- Sadakata T., 2004. On the population structure and sex change of northern shrimp *Pandalus eous* in the waters off Noto Peninsula, the Sea of Japan - Studies on the fishery management of northern shrimp *Pandalus eous* in the waters off Noto Peninsula, the Sea of Japan-IV. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 70 (2): 131-137.
- Sagi A., Aflalo E.D., 2005. The androgenic gland and monosex culture in prawns -a biotechnological perspective. *Aquaculture Research*, 36: 231-237.
- Sagi A., Cohen D., and Milner Y., 1990. Effect of androgenic gland ablation on morphotypic differentiation and sexual characteristics of male freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. *General and comparative endocrinology*, 77: 15-22.
- Sagi A., Cohen D., 1990. Growth, maturation and progeny of sex- reversed *Macrobrachium rosenbergii* males. *World Aquaculture*, 21: 87-90.
- Sagi A., Khalaila I., 2001. The Crustacean androgen: a hormone in an isopod and androgenic activity in decapods. *American Zoologist*, 41:477-484.
- Sagi A., Milstein A., Eran Y., Joseph D., Khalaila I., Abdu U., Harpaz S., Karplus I., 1997. Culture of the Australian redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in Israel: II. Second growout season of overwintered populations. *Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh*, 49: 222-229.

- Shechter A., Aflalo E.D., Davis C., Sagi A., 2005. Expression of the reproductive female-specific vitellogenin gene in endocrinologically induced male and intersex *Cherax quadricarinatus* crayfish. *Biology of reproduction*, 73: 72-79.
- Siddiqui A.Q., AlHafedh Y.S., AlHarbi A.H., Ali S.A., 1997. Effects of stocking density and monosex culture of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* on growth and production in concrete tanks in Saudi Arabia. *Journal of the World Aquaculture Society*, 28: 106-112.
- Sroyraya M., Chotwiwatthanakun C., Stewart M.J., Soonklang N., Kornthong N., Phoungpetchara I., Hanna P.J., Sobhon P., 2010. Bilateral eyestalk ablation of the blue swimmer crab, *Portunus pelagicus*, produces hypertrophy of the androgenic gland and an increase of cells producing insulin-like androgenic gland hormone. *Tissue and cell*, 42: 293-300.
- Yaldwyn J.C., 1966. Protandrous hermaphroditism in decapod prawn of the families Hippolytidae and Campilontidae. *Nature*, 209: 1366-1378.
- Zupo V., 1994. Strategies of sexual inversion in *Hippolyte inermis* Leach (Crustacea, Decapoda) from a Mediterranean seagrass meadow. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 178: 131-145.
- Zupo V., 2000. Effect of microalgal food on the sex reversal of *Hippolyte inermis* Leach (Crustacea: Decapoda). *Marine Ecology Progress Series*, 201: 251-259.
- Zupo V., Messina P., 2007. How do dietary diatoms cause the sex reversal of the shrimp *Hippolyte inermis* Leach (Crustacea, Decapoda). *Marine Biology*, 151(3): 907-917.
- Zupo V., Messina P., Buttino I., Sagi A., Avila C., Nappo M., Bastida J., Codina C., Zupo S., 2007 a. Do benthonic and planktonic diatoms produce equivalent effects in crustaceans? *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 40(3): 169-181.
- Zupo V., Messina P., Carcaterra A., Aflalo E.D., Sagi A., 2007 b. Experimental evidence of a sex reversal process in the shrimp *Hippolyte inermis*. *Invertebrate Reproduction and Development*, 52(1-2): 93-100.

## LA GAMBERICOLTURA NEL DELTA DEL PO CENNI STORICI E PRODUTTIVI

**Renato Palazzi**

Veneto Agricoltura – Sezione Innovazione e Sviluppo – [renato.palazzi@venetoagricoltura.org](mailto:renato.palazzi@venetoagricoltura.org)

### **Abstract**

La gambericoltura in Italia non ha ancora conosciuto un significativo sviluppo, nonostante essa possa conferire ai mercati ittici un prodotto pregiato e, perlomeno potenzialmente, di elevato valore commerciale. Dopo la sua introduzione negli anni '80, tale tipologia di allevamento ha incontrato infatti un modesto interesse da parte degli allevatori, probabilmente anche per alcune criticità legate alla qualità della semina, ai protocolli di allevamento e alla pressoché costante indisponibilità di un mangime idoneo all'allevamento intensivo, fattore quest'ultimo in grado di rendere ancor più interessante da un punto di vista economico la gambericoltura. Condotta in aree italiane vocate in virtù di fattori ambientali favorevoli, quali Puglia e Sardegna, la gambericoltura ben si configura nel Veneto come attività idonea alla differenziazione produttiva delle valli da pesca, il cui prodotto ittico tradizionale viene attualmente penalizzato dalla concorrenza commerciale di altri Paesi del bacino mediterraneo.

Sebbene nel Veneto siano numerose le aree vallive adatte alla gambericoltura, nel corso degli ultimi lustri l'allevamento del gambero è stato comunque praticato con discontinuità dalle valli da pesca, con qualche eccezione localizzata nel Delta del Po. La presenza nell'area, infatti, di alcune realtà imprenditoriali vallive maggiormente orientate alla vallicoltura, e alla gambericoltura in particolare, nonché della valle da pesca di proprietà dell'ente regionale Veneto Agricoltura, tutte impegnate con regolarità nell'allevamento dei gamberi pe-neidi, rende possibile identificare tale porzione di territorio veneto quale distretto di riferimento per l'attività. Oltre ai cenni di carattere storico, verranno proposti i primi dati produttivi (semina, quantità prodotte) relativi alle principali realtà gambericole della zona.

# GAMBERICOLTURA E VALLICOLTURA

**Lorenzo Zanella**

Libero professionista, [lorenzo.zanella@libero.it](mailto:lorenzo.zanella@libero.it)

**Key-words:** *Marsupenaeus japonicus*, Shrimpculture, Extensive farming, Valli da Pesca, Environmental carrying capacity.

## Riassunto

La vallicoltura nord-adriatica è un'antica forma di acquacoltura estensiva basata sulla gestione a fini produttivi di aree lagunari confinate. Vengono qui analizzati i vantaggi offerti dall'allevamento dei Peneidi nelle valli da pesca e le possibilità di integrazione con altre colture. La presenza di ampie estensioni allagate tipiche delle valli da pesca e l'abilità nella gestione dell'ecosistema lagunare sviluppata dai vallicoltori rappresentano condizioni ideali per la gambericoltura.

Viene proposta un'analisi delle prestazioni di crescita di *Marsupenaeus japonicus* in comparazione con alcune specie ittiche tradizionali. Vengono proposti alcuni esempi di resa in condizioni di allevamento estensivo.

Vengono brevemente considerate alcune proposte di integrazione gestionale con attività di preingrasso delle vongole e dei cefali, al fine di ottimizzare lo sfruttamento della densa comunità planctonica presente nei bacini di gambericoltura. Viene suggerita l'opportunità di introdurre altri Peneidi tropicali, sotto stretto vincolo sanitario, al fine di migliorare gli obiettivi di rendimento conseguibili.

## Abstract

The North-Adriatic "vallicoltura" is an ancient extensive fish-farming practice based on the management of embanked lagoon areas. The advantages coming from the adoption of the shrimpculture in the Italian "valli da pesca" and the compatibility of this practice with the rearing of other traditional species are discussed. The wide flooded extensions present in the "valli da pesca" and the environment management capabilities of the farmers offer optimal conditions for the development of the shrimpculture.

The growth performances documented for *Marsupenaeus japonicus* are discussed and compared with some traditionally reared fish. Some examples of yield obtained in extensive culture condition are proposed. Some proposals based on the synergistic integration between the shrimpculture and the pre-growing of clams and mullets are discussed in order to achieve the optimal exploitation of the dense plankton community of the shrimp ponds. The introduction of other tropical Penaeids, respecting quarantine protocols, is suggested in order to improve the production targets.

## Introduzione

Le "valli da pesca" sono allevamenti ittici estensivi costituiti da specchi seminaturali d'acqua salmastra, estesi su superfici variabili da poche decine ad alcune centinaia di ettari. Questi impianti sono situati al margine interno delle lagune nord-adriatiche e da queste separati ad opera dell'uomo per venire destinati a pratiche di policoltura estensiva. L'origine delle valli da pesca, secondo la strutturazione attualmente adottata, risale ad almeno il XVI secolo e ancora oggi occupano circa 17.000 ettari di aree costiere nella sola regione del Veneto (Ravagnan, 1992, pp. 193-194).

La capacità dei vallicoltori di sfruttare la produttività naturale dell'ambiente lagunare, nel rispetto delle sue regole ecologiche fondamentali, ha reso per secoli questi impianti estensivi l'unica fonte commerciale di specie ittiche eurialine alternativa alla pesca. A causa dello sviluppo dell'acquacoltura marina intensiva, avvenuto nel corso degli ultimi vent'anni, il valore commerciale della produzione ittica delle valli è attualmente assai poco rilevante rispetto al patrimonio da esse rappresentato in termini di conservazione ambientale.



La gambericoltura estensiva ha fatto la sua comparsa nelle valli venete durante i primi anni '80 del secolo scorso, grazie all'introduzione del peneide subtropicale *Marsupenaeus japonicus* (Sordelli & Di Muro, 1988). Questo gambero, indicato anche con il nome di "mazzancolla" con cui vengono genericamente individuate diverse specie di Peneidi, si presenta assai simile alla specie autoctona *Melicertus kerathurus* e si adatta molto bene alle condizioni estive di temperatura e salinità tipiche delle acque lagunari adriatiche. Questo tipo di coltura, pur essendo basata su una specie aliena, ha dimostrato di integrarsi molto bene nel contesto della policoltura valliva, introducendo alcuni evidenti vantaggi rispetto alle colture tradizionali.

**Figura 1. *Marsupenaeus japonicus*: specie abitualmente allevata in Italia.**



### Tratti della vallicoltura favorevoli all'allevamento dei gamberi Peneidi

Essendo la valle da pesca un sistema produttivo basato sulla coltivazione estensiva di specie eurialine di provenienza marina, rappresenta un ambiente particolarmente recettivo alla pratica di coltivazione dei crostacei. Vi sono infatti presenti almeno tre elementi fondamentali per la buona pratica della gambericoltura:

1. la disponibilità di ampi bacini in terra poco profondi, con sedimenti ricchi di sostanza organica, idonei a venire mantenuti in asciutta durante l'inverno ed a sostenere intensi *bloom* planctonici durante l'estate;
2. la presenza di un ecosistema salmastro caratterizzato da una rete trofica molto ricca;
3. infine, la presenza di allevatori educati da sempre a gestire l'ambiente acquatico di cui hanno potuto apprendere le dinamiche e le criticità.

La tradizione valliva si basa su tecniche di gestione molto diverse da quelle richieste per la gambericoltura, tuttavia il vallicoltore rappresenta il candidato ideale ad apprendere grazie alla sua mentalità improntata all'attenta osservazione delle mutevoli condizioni ambientali e alla sua capacità di governo del sistema idrologico interno all'impianto. Anche le tecniche di pesca basate sull'impiego di bertovelli, tipicamente impiegate nella pesca delle anguille, è congeniale alla pesca dei Peneidi.

La vallicoltura tradizionale contempla tipicamente l'allevamento dell'orata, del branzino, dell'anguilla e di varie specie di cefali. Si tratta in tutti i casi di specie che richiedono cicli produttivi pluriennali, variabili tra i 2 anni dell'orata fino a 5 anni ed oltre nel caso dell'anguilla. Durante questo tempo la sopravvivenza degli stock in allevamento rimane esposta a diversi eventi sfavorevoli, come il rigore invernale eccessivamente intenso, i fenomeni di anossia durante le intense calure estive, l'insorgenza di patologie ecc.

L'allevamento dei Peneidi, pur essendo suscettibile di incorrere in problemi di gestione come ogni forma di zootecnia, prevede cicli produttivi estremamente brevi, della durata di circa 4 mesi. Questo permette di ridurre significativamente il tempo di immobilizzazione del capitale dedicato alla gestione corrente dell'attività

**Figura 2. Operazione di pesca dei Peneidi effettuata mediante l'uso di bertovelli, tradizionalmente impiegati per la pesca lagunare delle anguille.**



di allevamento e riduce anche il tempo di esposizione ad eventi avversi di varia natura. Essendo limitata alla primavera-estate, la gambericoltura previene alla radice il problema delle basse temperature invernali, mentre le temperature di 30 °C ed oltre, che si registrano in estate nei poco profondi e stagnanti specchi acquei delle valli, costituiscono una condizione di grande favore per l'accrescimento dei gamberi tropicali.

**Figure 3 e 4. Aspetto dei bacini estensivi da gambericoltura mantenuti in asciutta durante la stagione invernale.**

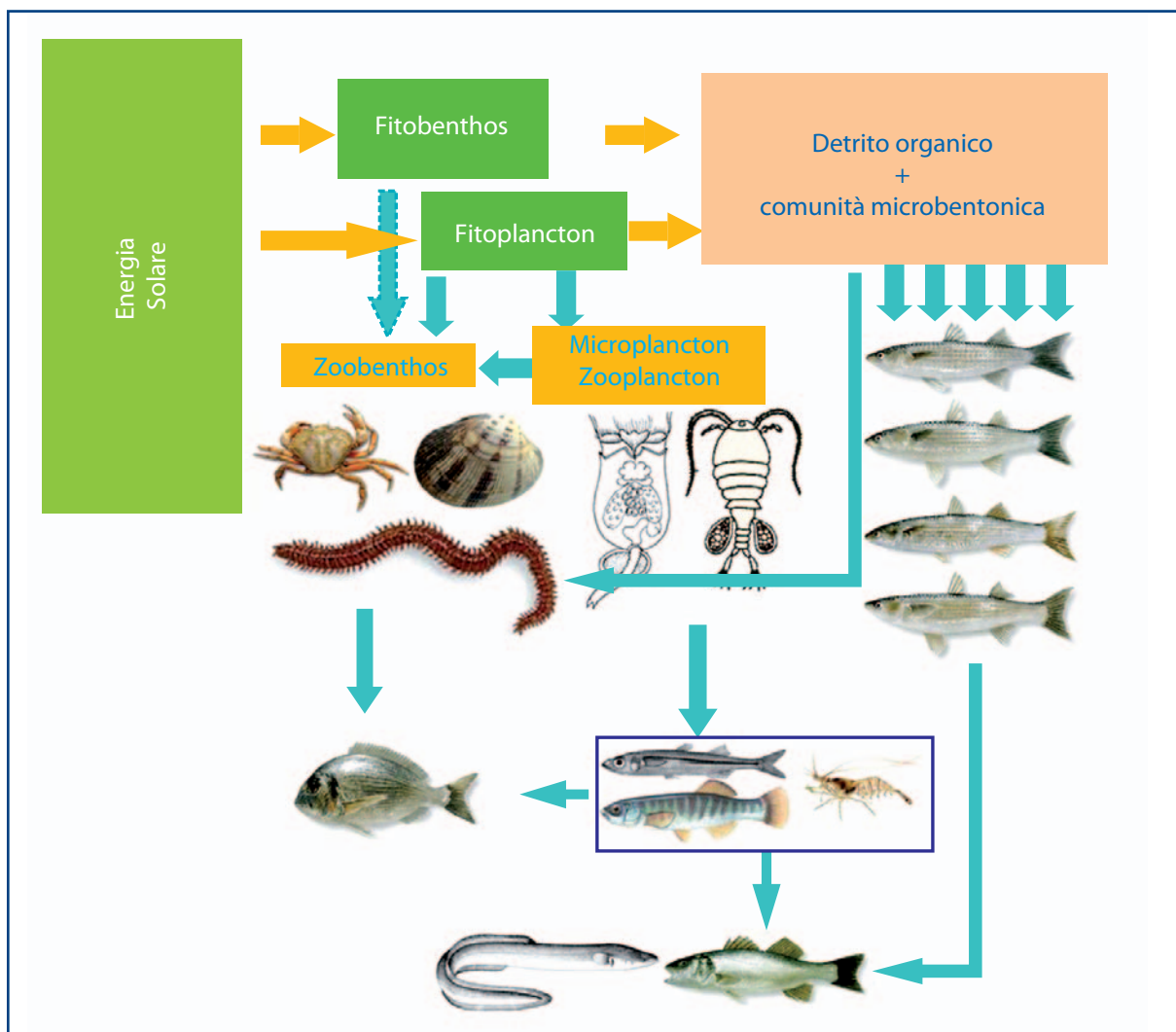


Vi sono diverse specie tropicali e subtropicali idonee a venire allevate negli ambienti lagunari alto-adriatici, ma salvo sporadiche prove sperimentali, la specie ordinariamente coltivata in Italia è il *Marsupenaeus japonicus*, un Peneide sub-tropicale di provenienza indopacifica dalla livrea in tutto simile a *Melicertus kerathurus*, specie autoctona invece poco idonea all'allevamento. Sebbene si mostri molto tollerante alle fluttuazioni dei parametri chimico-fisici dell'acqua, *M. japonicus* è un crostaceo molto esigente sul piano nutrizionale e quindi poco adatto a venire mantenuto in allevamento semi-intensivo o intensivo. Questo aspetto critico è reso ancora

più rilevante dalla difficoltà di reperimento di un alimento specificamente formulato per questa specie, che anche quando disponibile viene proposto spesso a costi molto elevati. In contrapposizione a questi elementi sfavorevoli alle produzioni di tipo intensivo, va rilevato che *M. japonicus* si dimostra molto più efficiente delle specie ittiche tradizionali nello sfruttamento della rete trofica naturale, rendendosi quindi candidato ottimale per la coltivazione in condizioni estensive. A questo proposito, merita attenzione la comparazione tra Penidei e specie ittiche tradizionali nell'efficienza di sfruttamento della catena trofica tipica degli ecosistemi lagunari, di cui le valli da pesca rappresentano una condizione particolare.

La validità concettuale e tecnica della vallicoltura consiste nel configurarsi come policoltura in cui diverse specie bersaglio coesistono nello stesso ecosistema, integrandosi vicendevolmente nella capacità di intercettare l'energia chimica in transito tra i vari anelli della catena trofica naturale. Come si può vedere da figura 5, che rappresenta in modo estremamente schematico i tratti essenziali della catena alimentare in un bacino di valle, l'energia solare viene organizzata da organismi autotrofi sia planctonici (fitoplancton) che bentonici (prevalentemente macrofite, rappresentate sia da fanerogame che da diverse tallofite). Mentre il fitoplancton diviene facilmente alimento per erbivori primari, rappresentati sia da microinvertebrati che da macroinvertebrati filtratori, il fitobenthos viene in minima parte consumato da specie fitofaghe, mentre contribuisce significativamente a sostenere la catena trofica detritivora.

**Figura 5. Rappresentazione schematica della rete trofica presente nell'ecosistema delle valli da pesca.**





La policoltura tradizionale include diverse specie, che si differenziano proprio nella nicchia alimentare occupata nell'ambito dell'ecosistema, riuscendo così a sfruttare vie trofiche complementari, con gradi di efficienza che dipendono dal numero di passaggi interposti tra la produzione primaria e la fonte organica di cui essi si nutrono. Distinguiamo principalmente:

- i Mugilidi, pesci onnivori eccellenti utilizzatori di tutte le forme di detrito ricche di sostanza organica e batteri, specialmente se di origine vegetale;
- carnivori efficienti come l'orata che riesce a predare, oltre a piccoli pesci, anche ogni tipo di macroinvertebrati, compresi i molluschi filtratori;
- carnivori meno efficienti perché spiccatamente predatori di pesci e crostacei, come il branzino e l'anguilla;
- alcune specie minori, spesso definite "specie foraggio", come *Atherina boyeri*, *Aphanius fasciatus* e alcuni Gobidi, oltre a piccoli gamberetti Palemonidi e Crangonidi. Questi, grazie alla loro attitudine microfaga, cooperano validamente a dirottare parte dell'energia chimica dell'ecosistema verso i predatori di maggiore interesse commerciale. Peraltro buona parte di queste piccole specie sono a loro volta apprezzati prodotti di consumo.

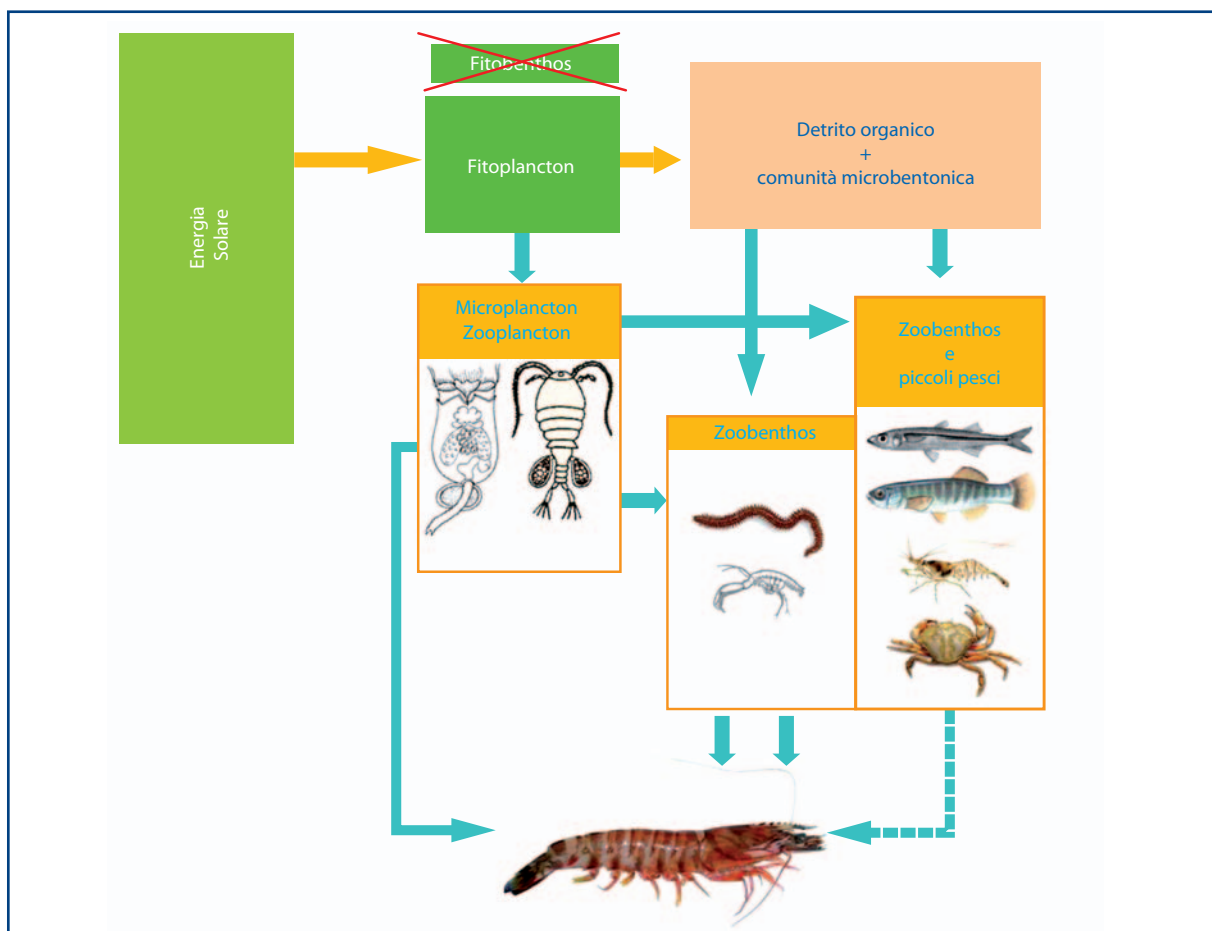
Nel complesso, quindi, la rete trofica dell'ecosistema vallivo si dimostra efficiente grazie ad una felice combinazione di varie specie allevate, in grado di "catturare" la sostanza organica che si ripartisce in differenti rami della rete trofica. Naturalmente il contributo quantitativo di ciascuna specie allevata al raccolto annuale è inversamente proporzionale al numero di passaggi trofici che si interpongono tra questa e gli organismi autotrofi che si pongono alla base di tutto l'ecosistema. La produzione estensiva di orate, ad esempio, è sempre superiore a quella del branzino, mentre le quantità più importanti di raccolto, almeno in condizioni di valida gestione, si riconducono alla popolazione di cefali, anche se parte di questa resta inosservata perché sacrificata alle esigenze alimentari dei pesci carnivori spiccatamente ittiofagi.

Passando alla corrispondente analisi della catena trofica utilizzata dai Peneidi, pur sempre nei limiti di una estrema schematizzazione, possiamo evidenziare alcuni tratti fondamentali di diversità che divengono motivo di interesse tecnico-scientifico. Come si osserva in figura 6 la condizione di allevamento si basa su una produzione primaria interamente a carico del fitoplancton. L'elevata densità del fitoplancton, indotta attraverso un metodico protocollo di fertilizzazione (per una panoramica delle metodologie si veda Lumare, 1998) impedisce alla luce di arrivare al fondo prevenendo lo sviluppo del fitobenthos. Questo semplifica notevolmente il sistema trofico, canalizzando tutta l'energia radiante verso il comparto fitoplanctonico, che è assai più efficiente nel trasferimento della stessa agli anelli trofici successivi, essendo utilizzato direttamente da un'ampia gamma di micro e macroeterotrofi primari.

I Peneidi riescono a nutrirsi di diversi organismi appartenenti al macrobenthos (cfr. Lumare et al., 2000), come i Policheti, piccoli Anfipodi (specialmente se sedentari come i *Corophium*), ma anche di Copepodi e altri microinvertebrati. Poiché all'avvio della coltura il bacino di allevamento viene riempito con acqua filtrata attraverso reti con passo di circa 1 mm, eventuali potenziali predatori o competitori, come i granchi o i "gamberetti grigi" (Palemonidi), possono introdursi solo allo stadio di microscopica larva e per un certo tempo, sviluppandosi all'interno del bacino, sono suscettibili anch'essi di venire predati dalle mazzancolle (per la transitorietà di questa condizione, in figura 6 la freccia che li collega alla biomassa in allevamento si presenta tratteggiata). Come si vede, da un lato l'ecosistema di allevamento si presenta estremamente semplificato rispetto a quello dei laghi di valle, dall'altro il gambero si dimostra molto efficiente nell'ottenere energia trofica da tutte le fonti disponibili, rappresentate sia da organismi di pochi millimetri sia da specie di media taglia, prevalentemente bentoniche. Sotto questo profilo si può asserire che, nell'allevamento estensivo della mazzancolla, la catena alimentare è composta da un minore numero di anelli trofici ed è quindi più funzionale alla canalizzazione dell'energia chimica verso la specie bersaglio. Il gambero, al tempo stesso, esprime una capacità di sfruttamento della rete alimentare che nella vallicoltura si ripartisce tra diverse specie bersaglio.

*M. japonicus*, comunque, dimostra un'efficienza di sfruttamento dell'ecosistema inferiore ad altri Peneidi onnivori, che possono a nutrirsi e convertire anche materiale organico ricco di patine batteriche.

**Figura 6. Rappresentazione schematica della rete trofica presente nell'ecosistema della gambericoltura estensiva. Le frecce tratteggiate indicano flussi trofici parziali e limitati a fasi precoci di sviluppo delle specie o a condizioni particolari.**



### Tasso di accrescimento specifico e rese produttive


L'efficienza di metabolica di *Marsupenaeus japonicus* può venire ben evidenziata confrontando il suo Tasso di Accrescimento Specifico (TAS) con quello dell'orata (*Sparus aurata*) durante la prima stagione di accrescimento in ambiente di valle. Il TAS rappresenta l'incremento ponderale medio percentuale conseguito giornalmente da una popolazione in allevamento durante un definito intervallo di tempo. Tale valore viene calcolato mediante la formula

$$TAS = [(\ln P2 - \ln P1) / (t2 - t1)] * 100$$

dove P2 e P1 rappresentano i pesi freschi rilevati rispettivamente nei giorni di allevamento t2 e t1, mentre t2-t1 indica il tempo di allevamento intercorso tra le due misure, espresso in giorni.

In tabella 1 viene confrontato il TAS relativo alle due specie citate, nell'ipotesi che un gambero seminato alla taglia di 20 mg venga raccolto dopo 123 giorni alla taglia media di 25 g, mentre un'orata di 1 grammo venga raccolta dopo 197 giorni alla taglia di 150 g. Va detto che si tratta di circostanze ipotetiche e volutamente "sbilanciate" a favore dell'orata, poiché il gambero normalmente raggiunge nelle valli venete una taglia di 25-33 g in circa 100 giorni, mentre l'orata viene raccolta normalmente in ottobre ad una taglia di 110-140 g. Naturalmente la variazione circostanziale delle condizioni di allevamento e della produttività dell'ambiente giocano un ruolo importante e possono verificarsi casi particolari, significativamente diversi da quelli qui descritti. I dati rappresentati in tabella 1, comunque, sono certamente conservativi e intesi a sottostimare la prestazione di crescita del gambero rispetto a quella dell'orata. Nonostante questo, come si vede, il TAS di *Marsupenaeus japonicus* risulta più che doppio rispetto a quello dell'orata, che nel primo anno di allevamento risulta la specie più efficiente tra quelle tradizionalmente coltivate in valle.

**Tabella 1. Confronto tra il Tasso di Accrescimento Specifico (TAS) di *Marsupenaeus japonicus* e quello di *Sparus aurata* basato su dati di allevamento ipotetici ma rappresentativi di una prestazione "minima" del Peneide e ottimale dello Sparide.**

		
Data di semina	1 aprile	15 maggio
Taglia di semina (g)	1	0,02
Data di pesca	15 ottobre	15 settembre
Taglia media finale (g)	150	25
Giorni di allevamento	197	123
TAS	2,5	5,8

Anche sotto il profilo della resa per unità di superficie, l'allevamento del gambero offre risultati di sicuro interesse, quantificabili in rese di 80-150 kg/ha a partire da semine di circa 1 postlarva (PL) m<sup>-2</sup>.

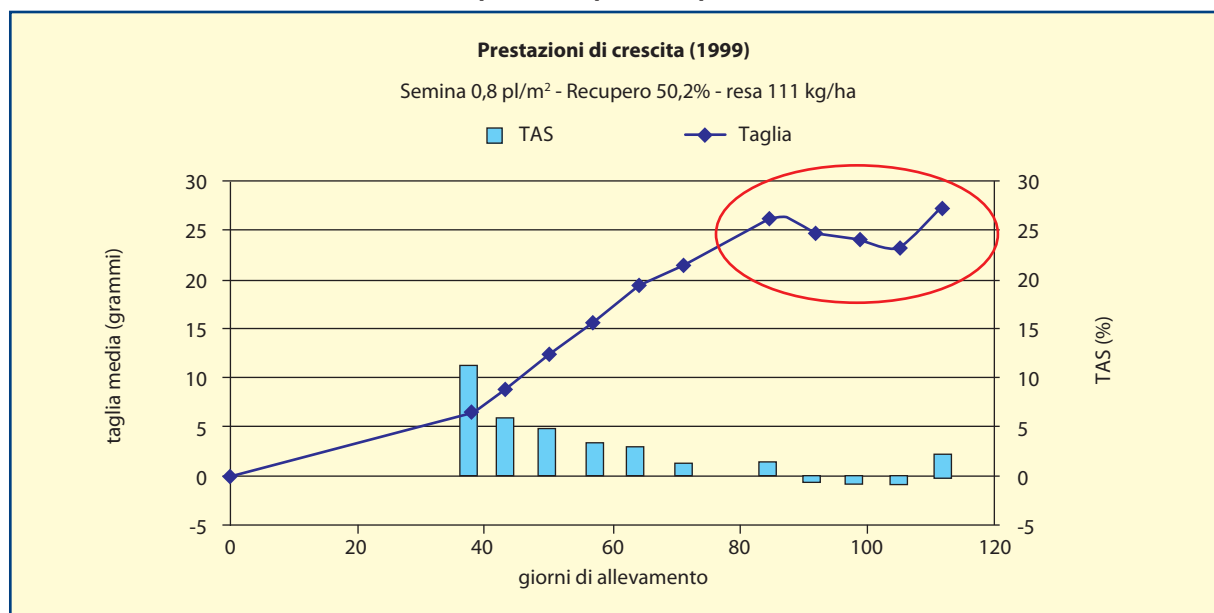
Considerato il valore commerciale del prodotto raccolto, superiore a quello di ogni altra specie allevata in ambiente di valle, ed il limitato tempo di impegno nell'attività di allevamento, rese di questo livello sono certamente meritevoli di venire perseguite. In tabella 2 vengono riportati i dati di produzione estensiva registrati in anni diversi presso il Centro Ittico Sperimentale Bonello di Veneto Agricoltura (Porto Tolle, Rovigo).

Nelle figure 7 e 8 è invece possibile osservare due curve di accrescimento registrate presso lo stesso impianto, dove viene anche evidenziato l'andamento del TAS durante il ciclo di allevamento. L'accrescimento è molto elevato durante la prima fase di allevamento, quando l'animale ha una taglia media inferiore a 10 g, mentre poi decresce vistosamente.

**Tabella 2. Rese produttive ottenute da coltura estensiva di *Marsupenaeus japonicus* presso il Centro Ittico Sperimentale Bonello (Porto Tolle, RO).**

Anno	1999	2000	2002	2003	2004
Semina (es./m <sup>2</sup> )	0,8	0,7	0,8	1,1	0,9
Recupero (%)	50,2	58,6	42,7	36	71,4
Densità finale (es./m <sup>2</sup> )	0,4	0,4	0,3	0,4	0,6
Taglia media (g)	26,2	33,2	30,9	35,8	34,8
Resa (kg/ha)	111,1	126,5	99,7	139,4	223,0

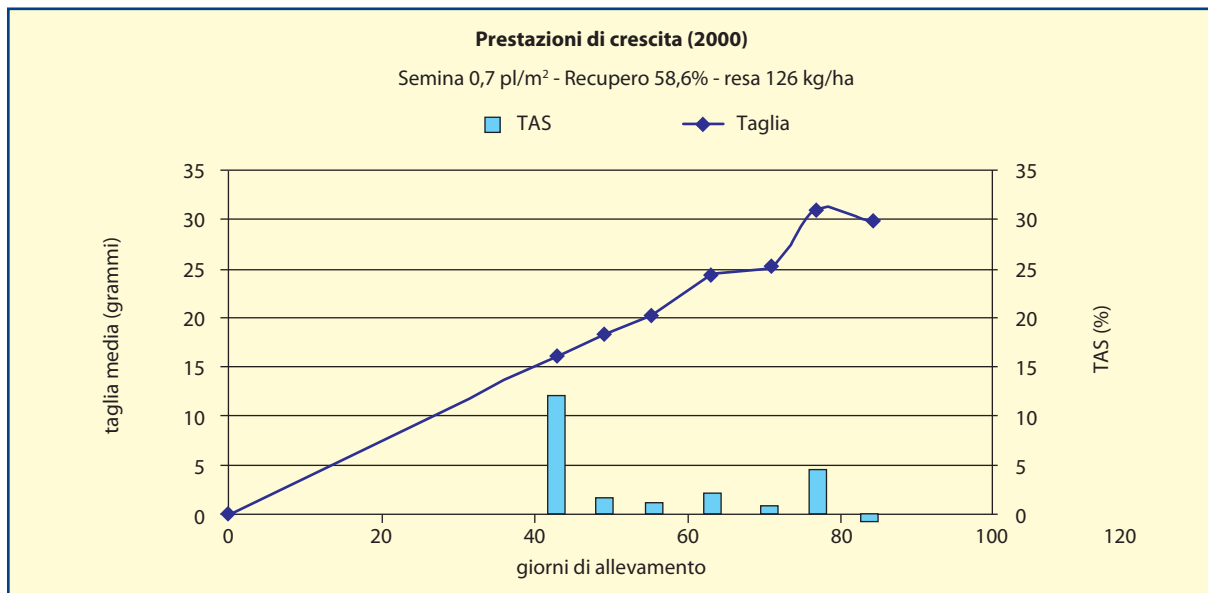
**Figura 7. Curva di crescita e TAS registrati su un bacino di 3 ha presso il Centro Ittico Bonello nel 1999. L'ovale evidenzia l'andamento della crescita durante il periodo di pesca del prodotto.**





Quando l'animale supera la taglia di 25 g l'accrescimento tende ad arrestarsi a causa dell'insufficiente disponibilità di alimento naturale nell'ambiente. In questa fase è opportuno quindi procedere all'inizio della pesca (la parte della curva cerchiata in figura 7 corrisponde al periodo concomitante le operazioni di pesca), sia per prevenire problemi di cannibalismo, sia perché lo sfoltimento della popolazione consente una certa ripresa della crescita.

**Figura 8. Curva di crescita e TAS registrati su un bacino di 3 ha presso il Centro Ittico Bonello nel 2000.**

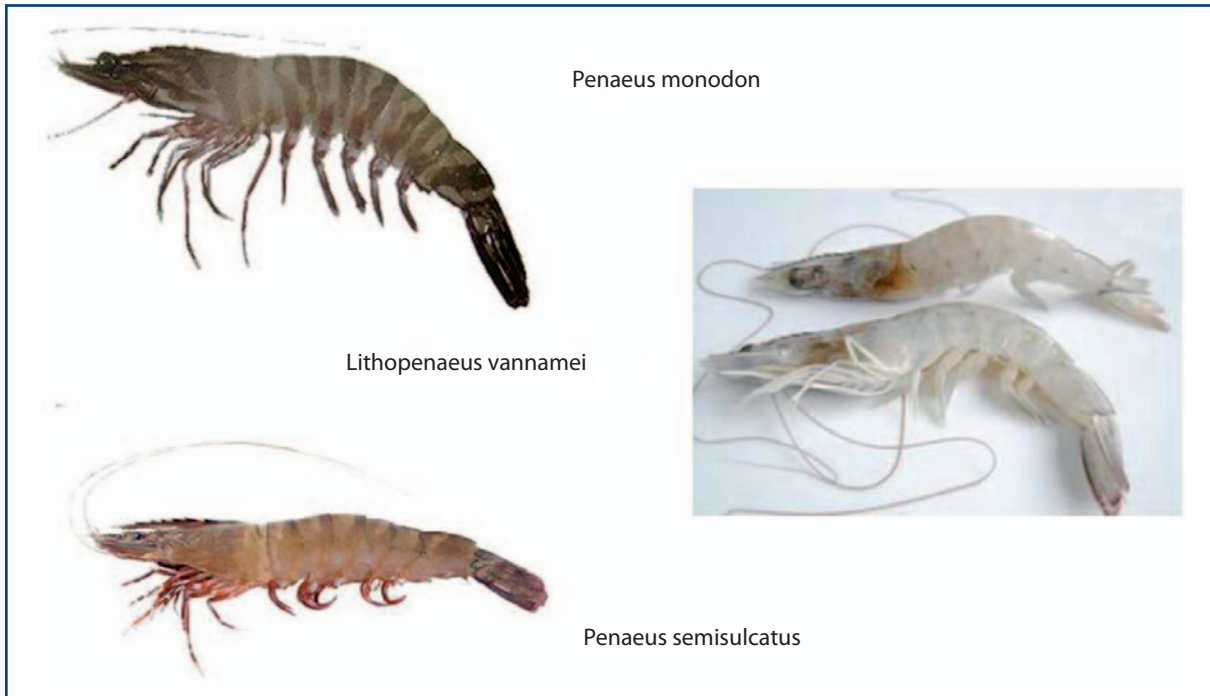


## Possibilità di sviluppo della gambericoltura in ambiente di valle

I dati fino a qui esposti sono riferibili alla coltivazione estensiva di *Marsupenaeus japonicus* in ambiente di valle. Questa specie, ormai acclimatata nel bacino mediterraneo, è la sola di cui sia reperibile materiale da semina nell'ambito della comunità europea, anche se con notevoli difficoltà. Come si è accennato in precedenza, comunque, non rappresenta la specie che offre le migliori opportunità di produzione, essendo molto esigente sul piano nutrizionale. Altre specie tropicali, sia di provenienza asiatica che sudamericana, sarebbero preferibili sia per le migliori prestazioni di crescita, sia per il regime alimentare meno spiccatamente carnivoro, che consente quindi un più efficiente sfruttamento delle disponibilità trofiche naturali. Oltre a questo, le specie onnivore riescono a utilizzare efficientemente alimenti composti secchi di formulazione non particolarmente costosa, risultando quindi idonee a pratiche di coltura semi-intensiva ed intensiva. Considerata la recettività del mercato italiano per i gamberi freschi e quindi l'elevata remuneratività della relativa produzione, sarebbe raccomandabile l'introduzione e l'allevamento di specie tropicali come *Penaeus monodon*, *Penaeus semisulcatus*, *Penaeus indicus* o *Lithopenaeus vannamei*. Si tratta, in tutti i casi, di specie incompatibili con le condizioni invernali dell'ambiente altoadriatico e quindi non idonee a competere con le specie autoctone per la colonizzazione dell'ambiente marino. Questo offre buone garanzie di preservazione della biodiversità, mentre risulta fondamentale prevenire l'introduzione di malattie esotiche con il materiale biologico da destinare all'allevamento. Per questo motivo è opportuno che eventuali introduzioni avvengano in strutture attrezzate per effettuare una rigorosa fase di quarantena, meglio se gestite o controllate dalla pubblica amministrazione. Da questi presidi di gestione delle importazioni sarebbe poi possibile derivare riproduttori destinati a schiuditori nazionali a servizio dell'acquacoltura italiana, in grado di garantire materiale da semina tracciabile e dotato di adeguata certificazione sanitaria.

Alcune esperienze condotte a scopo sperimentale presso il Centro Ittico Bonello possono essere prese a riferimento per avere un'idea di quali vantaggi possano derivare dall'introduzione di alcune specie alloctone. Nel 1993 sono stati seminati PL38 di *P. monodon* alla densità di 1,1 PL·m<sup>-2</sup> in un bacino di 9000 m<sup>2</sup>; dopo 87 giorni di allevamento è iniziata la pesca che ha portato al recupero del 94% degli animali, con una taglia media di 54 g e per una resa complessiva di 570 kg·ha<sup>-1</sup> (Lumare *et al.*, 1995). Questa esperienza è da considerare tecnicamente di tipo semi-intensivo, poiché l'alimentazione venne integrata con circa 50 kg di mangime, ma si tratta in pratica di una integrazione trascurabile e quindi il risultato, anche considerando la bassa densità di

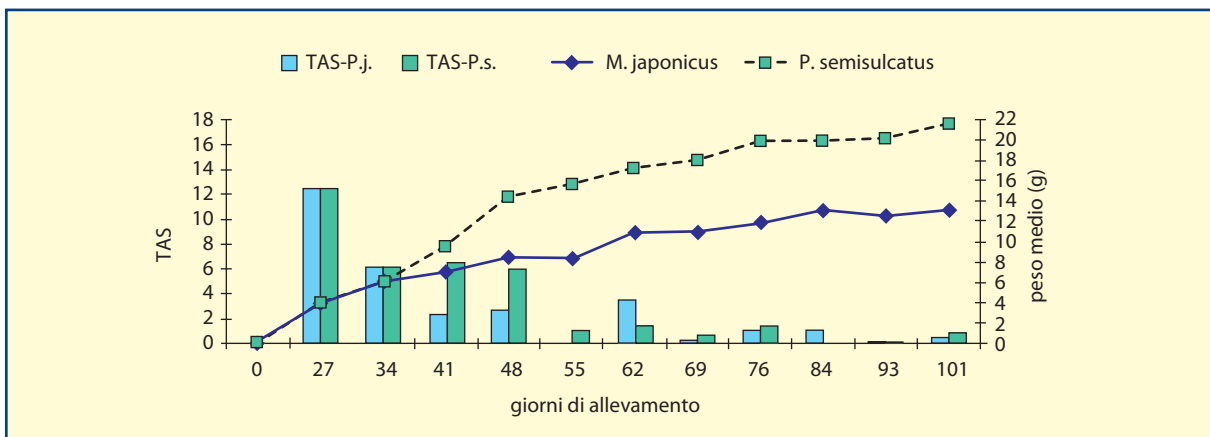
**Figura 9. Alcune specie tropicali idonee a venire allevate nelle valli da pesca alto-adriatiche limitatamente alla fase estiva.**



semina, può venire assunto a rappresentazione della potenziale produzione estensiva. Va notato che l'elevato tasso di recupero si deve in buona misura all'avanzato stadio del materiale da semina (PL38) che era stato preventivamente preingrassato in condizioni intensive. Questo fase preliminare permette di seminare animali di taglia maggiore, ma è di gestione particolarmente difficile con *M. japonicus*, a causa dell'elevato cannibalismo, mentre nelle specie onnivore può venire effettuato con buoni risultati.

Un secondo esempio meritevole di citazione si riferisce a *P. semisulcatus*, che venne allevato presso il CIS Bonello, in co-coltura semi-intensiva con *M. japonicus*, conseguendo una taglia media finale di 21,6 g in comparazione con quella di soli 13,1 g della seconda specie (Lumare et al., 1999). Nonostante le prestazioni di crescita deludenti, imputabili alla scarsa qualità del mangime impiegato, si ottenne una resa di 482 kg ha<sup>-1</sup> e si poté documentare la notevole superiorità di crescita di *P. semisulcatus* (fig. 10). Presso lo stesso impianto, nel 1997, fu condotta una seconda esperienza di monocoltura semi-intensiva con *P. semisulcatus*, replicata in due vasche da 7000 m<sup>2</sup>, che diede produzioni di 540-580 kg·ha<sup>-1</sup>. Altre specie, come ad esempio *L. vannamei*, meriterebbero di venire valutate in relazione alla redditività conseguibile mediante allevamento nelle valli da pesca.

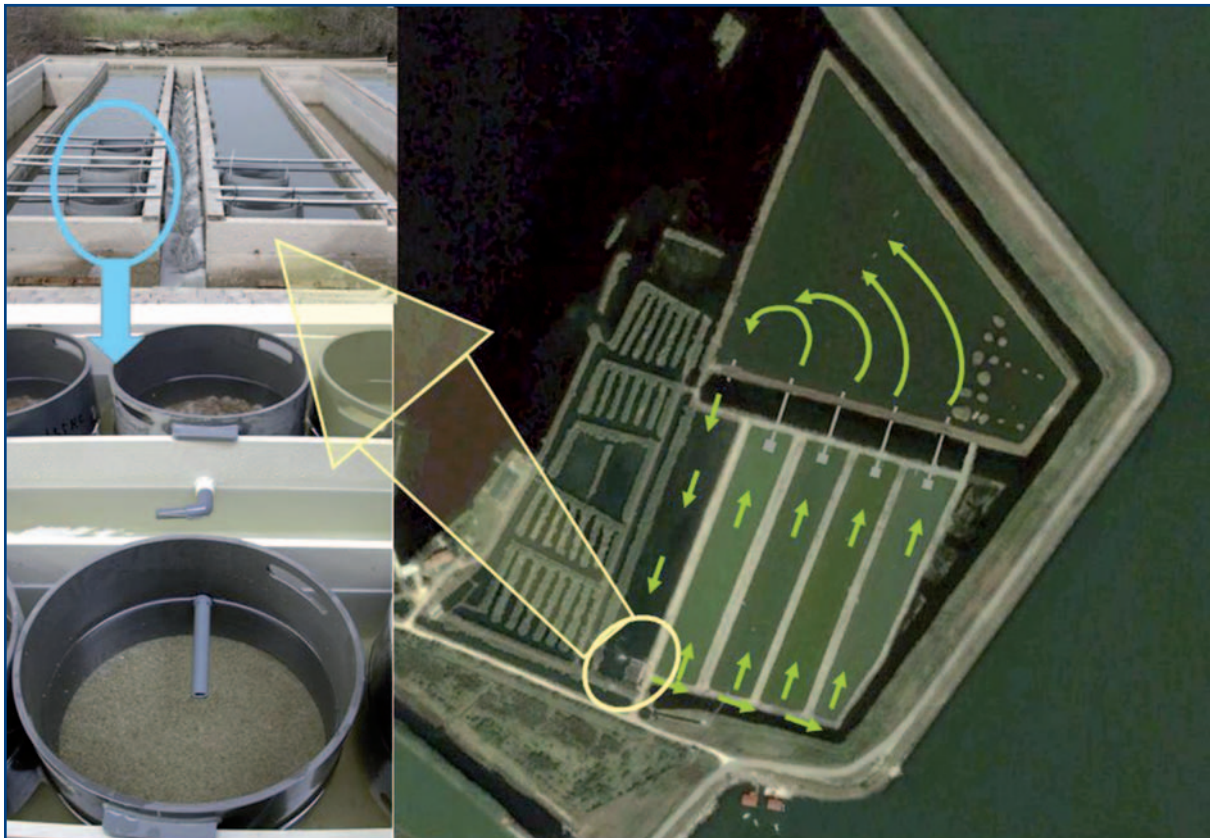
**Figura 10. Comparazione tra le prestazioni di crescita (peso fresco e TAS) di *Penaeus semisulcatus* e quelle di *Marsupenaeus japonicus* in condizioni di semintensivo.**



Sebbene la gambericoltura sia una pratica di allevamento basata sulla monocoltura, non vi sono ragioni perché questa non possa venire proficuamente integrata con altre attività compatibili con l'ambiente di valle, nella tradizionale strategia di massimo sfruttamento dell'ecosistema propria della vallicoltura classica. In tale logica, sempre presso il Centro Ittico Sperimentale Bonello è stato realizzato un progetto pilota di collaborazione con il Consorzio Cooperative Pescatori del Polesine O.P. S.C.a.r.l. per la realizzazione di una stazione di preingrasso del seme di vongola integrata con gli impianti di gambericoltura. L'aspetto di interesse tecnico risiede nel fatto che, realizzando i moduli di preingrasso delle piccole vongole nell'ambito della gambericoltura, questi potevano beneficiare dell'elevata densità di fitoplancton indotta nei bacini di gambericoltura grazie a metodici interventi di fertilizzazione.

Il modello di allevamento integrato è rappresentato in figura 11, dove viene rappresentato il senso di moto dell'acqua indotto dalle pompe ( $330 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ) poste a servizio del modulo di preingrasso dei molluschi. In quest'ultimo, l'impianto di pompaggio garantiva un continuo ricambio con acqua ricca di plancton proveniente dalle vasche di gambericoltura. Nell'ambito del modulo, l'acqua attraversava in "up-welling" i cestelli di stabulazione del seme di vongola, venendo poi restituita alle vasche di provenienza grazie a una lunga canaletta di distribuzione.

**Figura 11. Modulo di preingrasso del seme di vongola integrato con il settore gambericoltura. Le frecce verdi indicano il lento moto di circolazione dell'acqua di allevamento indotto dal sistema di pompaggio del modulo di molluschicoltura.**



Sebbene la sezione complessiva delle vasche destinate ai gamberi sia enorme (non meno di  $150 \text{ m}^2$  in corrispondenza dei bacini semi-intensivi) e quindi la velocità dell'acqua divenisse molto lenta (circa  $2 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1}$ ), è stato rilevato come questo lento ricircolo abbia permesso di stabilizzare e ottimizzare le condizioni di allevamento dei gamberi. Il continuo moto di idraulico, i cui costi erano interamente assorbiti dalla gestione del modulo di molluschicoltura, ha permesso di conseguire i seguenti vantaggi:

- destratificazione della colonna d'acqua nelle vasche di allevamento e miglioramento delle condizioni di ossigenazione del fondale;
- stabilizzazione della densità del fitoplancton delle singole vasche, dove la popolazione microalgale veniva diluita durante le fasi di eccessiva densità e invece sostenuta quando la concentrazione tendeva a diminuire.

L'impianto pilota, quindi, rappresenta un valido esempio di integrazione colturale, che ha permesso di ottimizzare le condizioni di allevamento del seme di vongola grazie all'elevata densità di plancton caratteristica dei bacini di gambericoltura, mentre questi hanno beneficiato di migliori condizioni di gestione idraulica senza aggravii di costo.

Un ulteriore esempio di possibile sfruttamento dell'ambiente di gambericoltura ad alta densità planctonica potrebbe venire dalla sua destinazione a "nursery" per il preingrasso del novellame di cefalo. I vallicoltori abitualmente rilasciano in valle novellame selvatico di diverse specie di Mugilidi, tra cui avannotti svernati di volpina (*Mugil cephalus*) e piccoli avannotti di bosega (*Chelon labrosus*) di poche settimane o mesi. Purtroppo, la taglia estremamente minuta di questi giovanissimi pesci, le traversie subite durante la pesca in natura ed il trasporto fino agli impianti, infine l'attività predatoria dei pesci carnivori già presenti nei bacini di valle, determinano una bassa percentuale di sopravvivenza durante il primo anno di allevamento. I bacini dei gamberi rappresentano invece un ambiente ideale per superare con successo questa delicata fase, per diversi motivi: all'inizio della primavera le acque della gambericoltura sono già ricche di plancton, che rilasciando polisaccaridi e altre sostanze dà luogo a patine organiche flottanti in superficie. Queste si arricchiscono di cellule e microinvertebrati, sia vivi che morti, oltre a materia organica e proliferazioni batteriche. Proprio questo eterogeneo materiale organico rappresenta l'alimento ideale per i cefali che riescono a convertirlo con ottima efficienza; l'assenza di predatori dall'ambiente previene perdite massicce dei giovanissimi cefali; le larve di gambero e di cefalo si sviluppano insieme, senza che alcuna di queste specie presenti mai una taglia tale da consentire un'attività predatoria sull'altra.

Al momento della pesca, particolari attenzioni si dovranno adottare per riuscire a recuperare i cefali senza interferire con le operazioni di raccolta dei Peneidi. La conformazione del bacino può svolgere un ruolo importante, a tale riguardo.

Sebbene non vi siano esperienze ben documentate che permettano una stima delle ricadute possibili da un protocollo di co-coltura dei gamberi con il novellame di cefalo, presso il CIS Bonello si è avuta in passato un'introduzione involontaria di avannotti di volpina in una vasca di allevamento delle mazzancolle. Al termine della stagione i cefali sono stati recuperati in fase di svuotamento dei bacini, quando la popolazione di gamberi era stata quasi completamente pescata. La taglia media dei cefali era superiore a 100 g, assai più elevata rispetto a quanto avviene ordinariamente negli ambienti estensivi dei laghi di valle.

## Conclusioni

La gambericoltura rappresenta ancora un'attività marginale nell'ambito del contesto italiano e tuttavia offre alcuni elementi di grande interesse tecnico ed economico. I Peneidi si dimostrano eccellenti utilizzatori della catena trofica naturale degli ambienti lagunari, consentendo di ottenere produzioni di elevato valore commerciale in breve tempo e senza impiego di alimenti secchi. Si tratta quindi di coltivazioni assolutamente ecosostenibili, che vengono commercializzate in un settore del mercato italiano caratterizzato da un grave deficit produttivo. Le mazzancolle combinano caratteristiche di efficienza trofica proprie di specie ittiche poco valorizzate, come i cefali, con l'apprezzamento commerciale riservato in passato a pesci carnivori relativamente poco produttivi, come orata e branzino, che purtroppo oggi inflazionano il mercato.

La creazione di schiuditoi nazionali che garantiscano materiale da semina di buona qualità ed esente da patologie appare essere un elemento necessario per superare questa condizione di sottosviluppo. L'introduzione di specie esotiche idonee alla coltura semi-intensiva ed intensiva potrebbe cambiare sostanzialmente l'impatto commerciale derivante dagli attuali impianti di gambericoltura operanti sul territorio italiano. Il coinvolgimento delle amministrazioni pubbliche nel coordinamento di queste attività di sviluppo, al fine di prevenire la propagazione di patologie esotiche introdotte con il materiale di importazione, è certamente auspicabile.

## Bibliografia

- Lumare F., Scordella G., Di Muro P., Zanella L., Tessarin C., 1995. Definizione di modelli di allevamento di *Penaeus monodon* e *P. japonicus* (Decapoda, Penaeidae), nelle valli da pesca dell'Alto Adriatico. In: *PIM per le zone lagunari dell'Adriatico settentrionale* (Berletti M., Rossi R., Spreafico E. eds.), 125-140.
- Lumare F., 1998. Crostacei Peneidi. Tecnica e gestione dell'allevamento. *Manuale di Divulgazione Serie Acquacoltura*, n. 4, ESAV, pp.187.
- Lumare F., Scordella G., Zanella L., Gnoni G.V., Vonghia G., Mazzotta M., Ragni M. 1999. Growth of kuruma shrimp *Penaeus japonicus* and bear shrimp *P. semisulcatus* (Decapoda, Penaeidae) farmed in the same conditions of management and environment on the North-East coast of Italy. *Rivista Italiana di Acquacoltura*, 34: 1-15.
- Lumare F., Scordella G., Pastore M., Prato E., Zanella L., Tessarin C., Sanna A., 2000. Gestione dell'allevamento e dinamica ambientale nella gambericoltura semiestensiva di *Penaeus japonicus* (Decapoda, Penaeidae) sulla costa adriatica del nord Italia. *Rivista Italiana di Acquacoltura*, 35: 15-43.
- Ravagnan G, 1992. Vallicoltura integrata. Edagricole, Bologna, 502 pp.
- Sordelli E., Di Muro P., 1988. Le Prove di allevamento di *Penaeus japonicus* nella valle "Biotopo Bonello". In: *Penaeus japonicus. Biologia e sperimentazione*: pp. 226-253, E.S.A.V., Venezia.



## IL PROGETTO GAMBERICOLTURA IN VALLE CHIARA (*FRIULI V.G.*)

**Giorgio Giorgetti<sup>1</sup>, Daniele Rusin<sup>2</sup>, Tiziano Scovacricchi<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> libero professionista, giorgio.giorgetti.41@alice.it

<sup>2</sup> libero professionista, daniele.rusin83@vodafone.it

<sup>3</sup> CNR-ISMAR Venezia, tiziano.scovacricchi@ismar.cnr.it

### **Abstract**

La prova si è svolta in una valle da pesca di 12 ha di superficie, ubicata nella zona più ad est della Laguna di Grado, in località Primerò, Fossalòn (Gorizia). Dopo un periodo di inattività, nel 2003 è iniziata nuovamente la produzione di gamberi, previa semplice messa a secco dei pascoli. Dopo alterne vicende, conclusesi con due anni di completo insuccesso, dovuto all'impossibilità di gestire idraulicamente la valle (i cui ricambi erano assicurati soltanto dai flussi di marea), nel 2006 veniva sottoposto all'attenzione della Regione FVG, nell'ambito della L.R. 26/2995, art. 17, un progetto finalizzato appunto alla movimentazione idraulica delle acque di valle e alla realizzazione di un bacino per gambericoltura. Gli interventi sono stati i seguenti :

- 1) Scavo di un bacino di 15.000 m<sup>2</sup>, profondo ca. 1 m, con pendenze intorno ai 30 cm dal punto di carico a quello di scarico, dotato di fossa di raccolta in prossimità del traghetto di scarico.
- 2) Posa in opera di presa a mare di 70m di lunghezza, con presa d'acqua a 5m di profondità nel canale esterno, e successivo carico (previa filtrazione) in 3 vasconi da 12 m<sup>3</sup> per la raccolta e la sedimentazione, che alloggiavano 2 pompe da 60m<sup>3</sup>/h cadauna.
- 3) Posa in opera di centralina con 2 sonde per la misura di temperatura, ossigeno disciolto, ph e salinità, collegate ad un computer gestibile direttamente dalla valle , o da remoto.
- 4) Posa in opera sul fondo del bacino di un sistema di tubi collegati ad un compressore; i tubi sono dotati di ugelli dai quali fuoriesce aria a pressione che, sfruttando l'effetto Venturi, è immessa energicamente nel bacino, dove crea tra l'altro una corrente che movimentava l'intera massa d'acqua, evitando fenomeni di stratificazione.
- 5) Installazione di un pannello fotovoltaico che alimenta centralina e computer.

Nel 2009 si è proceduto alla messa a secco, preparazione e gestione del bacino, nonché alle operazioni necessarie all'accoglimento, acclimatazione, valutazione e accrescimento delle postlarve.

I soggetti, seminati a fine maggio, sono cresciuti fino a metà luglio (media 11.5g), poi si sono fermati, ridiscendendo a valori ponderali intorno ai 9 g verso la metà di agosto, quando molti animali pesavano anche solo 3-4 g. A fine ottobre la raccolta ha permesso la cattura del 70% del prodotto seminato, con medie di peso di poco superiori ai 10g, e a fronte di una marcata disomogeneità ponderale.

Nell'anno in corso (2010), le cose stanno andando meglio, con medie, all'11 di ottobre, di 18.5g. Permane tuttavia una significativa disomogeneità ponderale con soggetti che superano i 30 g ed altri (il 20% ca.) che pesano dai 5 ai 7 grammi soltanto. È stata presa in seria considerazione l'eventualità di patologie quali la GNS (Gut and Nerve Syndrome), o di forniture di postlarve provenienti da stock ormai sovrasfruttati e caratterizzati da pesanti fenomeni di inbreeding. Alla luce di questi fenomeni, ormai sempre più frequenti nelle gambericoleture del nord Italia, appare ineludibile il problema dell'approvvigionamento di postlarve sane, provenienti da stock geneticamente rinnovati.



## **MANGIMISTICA E GAMBERICOLTURA: PROSPETTIVE DI SVILUPPO**

**Marco Scolari**

VRM – Naturalleva srl, 2 via Sommacampagna, 63/D 37137 Verona (Italy)  
marco\_scolari@naturalleva.it

### **Abstract**

Despite its geographical and morphological characteristics, shrimp farming in Italy has only few trials of commercial production. Due to the dramatic situation of fisheries and the growing attention for sustainability in seafood sector, shrimp farming in Italy could have now new prospective. The so-called "*vallicoltura*", or lagoon fish breeding, is the traditional and extensive fish breeding which has been practised since several centuries in the Valli of the Po Delta and could be suitable for shrimp farming according to the new approved EU rules about organic aquaculture. For these reasons VRM, with its two core business (fish feed manufacturing under Naturalleva brand and seafood commercialization under Azzurro brand) is quite interested to be a partner in developing shrimp farming sector in Italy.

# PESCA ED ALLEVAMENTO DI *CARCINUS AESTUARI*, NARDO 1847 NEL CONTESTO DELLE ATTIVITÀ ALIEUTICHE LAGUNARI E DELLE TRADIZIONI VENETE

**Michele Pellizzato**

Biologo, libero professionista, S. Croce, n. 1860/B, 30135 Venezia - m.pellizzato@libero.it

**Key-words:** *Carcinus aestuarii*, lagune Nord-adriatiche, crostaceicoltura, tradizioni venete, *moeche*, *moleche*.

## Summary

Una delle attività alieutiche tradizionali presenti in laguna di Venezia, e più in generale nel Nord Adriatico, è costituita dalla produzione delle *moleche* (o *moeche*), granchi della specie *Carcinus aestuarii* Nardo, 1847 in fase di post-muta. Quasi unici al mondo, i veneziani sono riusciti a trasformare una specie poco commestibile, utilizzata tutt'al più come esca, in un alimento ricercato e sostanzioso. Tali pratiche vantano radici secolari delineate in manoscritti del '500 e descritte con precisione già nel '700 dall'Abate Giuseppe Olivi.

La produzione delle *moleche* si verifica in primavera e in autunno, quando la temperatura dell'acqua si mantiene sui 15 °C. Ancora oggi rappresenta, per un centinaio di pescatori di professione, uno dei mestieri della pesca lagunare tradizionale. I prezzi elevati che le *moleche* spuntano sui mercati locali all'ingrosso, in media tra 44 e 49 €/kg, permettono a questa attività alieutica di raggiungere la sostenibilità bio-economica.

Nel decennio 1997-2007 la produzione annuale di *moleche* di *C. aestuarii* proveniente dalle lagune venete è stata stimata tra le 20 e le 60 t, per un valore medio di produzione lorda vendibile superiore a 1.500.000 €/anno. Il principale fattore limitante per la produzione è ancora oggi rappresentato dal numero dei granchi disponibili e dalla percentuale di quelli che cambieranno l'esoscheletro nel breve periodo (*spiantani*). Pur avendo in tempi recenti approfondito le conoscenze sui meccanismi che regolano il fenomeno all'induzione della muta nei crostacei, le sperimentazioni sino ad oggi condotte non sono state in grado di raggiungere risultati tangibili né sotto il profilo produttivo né per quello tecnologico.

Il degrado degli habitat lagunari e le dinamiche in atto negli ambienti costieri alto-adriatici mettono in serio pericolo il mantenimento di questa attività tradizionale. L'uscita dal mondo del lavoro degli operatori più anziani, *molecanti* altamente specializzati ed il limitato ricambio generazionale fanno ritenere concretamente a rischio questa produzione agro-alimentare di eccellenza (Presidio Slow Food sostenuto dalla Regione del Veneto).

## Introduzione

Sin dalle origini le popolazioni lagunari venete per vivere e prosperare hanno dovuto confrontarsi con l'ambiente costiero del Nord-Adriatico ed affrontare un territorio dove terre ed acque si intersecano. Nel corso dei secoli questo continuo stimolo ha dato modo ai veneziani di intraprendere e sviluppare i commerci lungo le "vie d'acqua", dando origine ad una civiltà che è perdurata per più di mille anni, e che ancora oggi traspare in alcune abitudini e tradizioni locali. Custoditi negli archivi storici, i documenti della Serenissima dimostrano la grande attenzione posta dai veneziani nel regolamentare le attività alieutiche, nel tentativo di tutelare le risorse naturali e di disporre di prodotti ittici in modo continuo: lo stesso allevamento estensivo di specie ittiche eurialine ed alcuni molluschi con il sistema delle "valli da pesca" ne è una dimostrazione.

Una specialità gastronomica delle isole della laguna di Venezia, e più in generale di tutta la costa adriatica Nord-occidentale, è rappresentata dalla produzione delle *moleche*, granchi della specie *Carcinus aestuarii* Nardo, 1847 (Behrens Yamada & Hauck, 2001) in fase di post-muta, prima cioè di aver solidificato il nuovo esoscheletro e quindi ancora molli (da cui appunto deriva il termine dialettale di *moleche* o *moeche*).

Quasi unici al mondo, i veneziani sono riusciti, infatti, a trasformare un prodotto non commestibile, utilizzato tutt'al più come esca, in un alimento ricercato e sostanzioso.

## Cenni storici

Ha di certo origini antiche l'attenzione delle popolazioni lagunari venete al fenomeno della muta dei granchi. Una prima testimonianza risale al '500, ad opera del commediografo Andrea Calmo che scrive: "*mi vegno da Treporti, dove se descortega i granzi*" (provengo da Treporti, località del bacino Nord della laguna di Venezia, dove i granchi perdono il loro involucro). Ma è solo grazie all'opera dell'Abate Giuseppe Olivi (1792) che, nella sua *Zoologia Adriatica* si hanno notizie particolareggiate sulle conoscenze "scientifiche" dell'epoca, che riguardano la biologia dei granchi e sul loro utilizzo e commercio (Fig. 1; Tab. 1). Ecco alcune fra le più importanti asserzioni dell'Olivi:

*"L'assiduità delle indagini mi aveva condotto alla conoscenza della loro generazione, il cambiamento di crosta, e la riproduzione delle parti perdute."*

*"... Quanto alla trasmutazione io avevo osservato il tempo alla quale succede; la connessione dei pezzi ... l'abbandono dell'antico torace e il meccanismo col quale l'animale se ne libera; ..."*

*"La grande abbondanza di questa specie nelle lagune somministra un ramo di commercio attivo utilissimo alla più povera popolazione di Chioggia e del nostro lido; la quale da tre dà suoi stati ricava tre profitti diversi."*

1. I Granchi per acquistare il loro accrescimento cambiano ogn'anno crosta. Nei momenti, che precedono la muta, i nostri pescatori li raccolgono, e radunabili in carnieri tessuti di vinchi, volgarmente viero, li collocano a mezz'acqua nei canali. La nuova situazione non impedisce loro di svestirsi: essi perdono la vecchia crosta, e compariscono coperti dalla nuova, ancor molle e membranosa: in tale stato chiamati *Mollecche*, salgono anche alle mense più nobili.

2. In autunno nelle interne ovaie delle femmine già fecondate vanno crescendo le uova che si manifestano alla parte posteriore del loro ventricolo, se venga alzato il coperchio del torace. In quella stagione le femmine frequenti nella laguna, e spesso nelle valli pescherecce imprigionate, con vari ingegni vengono prese, e messe in commercio sotto il nome di *Masanette*: di queste non si mangiano che le uova tuttavia molli, e non per anco discese tra le brattee della coda, circostanza in cui divengono dure e ispide.

3. Un terzo profitto arrecano i Granchj riparj in tempo d'estate; ed è il più importante. Le *Sardelle* (*Clupea encrasicolus* Linn.) nel nostro mare ne sono avidissime; quindi i pescatori, e principalmente quelli del petroso litorale Istriano li stritolano e ne spargono i minuzzoli sulle acque, onde le *Sardelle* accorrono alle loro reti. A Chioggia e nel prossimo lido di Pellestrina, e a Venezia se ne vendono annualmente molte migliaia di barili...

*"Se al profitto che da un siffatto commercio si trae, aggiungiamo l'altro proveniente dai Granchi in stato di larve membranose (mollecche) e delle loro femmine pregne (masanette), risulta che il Granchio ripario porta e fa circolare nelle nostre contrade circa mezzo milione di Lire Venete ogni anno; somma sorprendente se si guardi la viltà del genere."*

**Tabella 1. Quantitativi commercializzati nel '700, aggiornati nell'unità di misura corrente (tonnellate)(1 libbra veneta = 0, 477 kg).**

Produzione	t
Granchi per l'Istria	5.877
Mollecche per Venezia e terraferma	41
Masanette	1.269
Totale	7.187

**Figura 1. A pagina 55 di *Zoologia Adriatica* sono riportati i dati di produzione ed il commercio dei granchi e delle *mollecche* al tempo della Repubblica di Venezia.**

<i>Quantità, e prodotto dei Granchj pescati nelle Valli, e Laguna Venete.</i>	
Granchj caricati per l'Istria Barili	
Num.	154000.
pesando il Barile libbre 80., danno	
libbre	12320000.
a L. 2. per ogni Barile, importano	L. 308000.
Granchj detti <i>Mollecche</i> negoziati in Venezia, e Terra-Ferma libbre	
	86000.
a soldi 6. la libbra, importano	L. 25800.
Granchj detti <i>Masanette</i> negoziati come sopra, sono Barili	
	N. 38000.
pesando il Barile lib. 70., danno libbre	2660000.
a L. 4. per Barile, importano	L. 152000.
<i>Ristretto..</i>	
Barili N. 154000. a lib. 80. pesano lib. 12320000. importano	L. 308000.
N. 38000. a lib. 70. pesano lib. 2660000. importano	L. 152000.
Mollecche - - - - - lib. 86000. importano	L. 25800.
peso: in tutto lib. 15066000. costo in tutto L. 485800.	

Dopo la caduta della Repubblica di Venezia ad opera di Napoleone nel maggio 1797, ed il passaggio dei territori veneti all'Impero d'Austria con il Trattato di Campoformido (17 ottobre 1797), sono emanate nuove leggi ed anche nuovi regolamenti di pesca. La preoccupazione dei pescatori di un eventuale restrizione sulla pesca dei granchi induce il Gastaldo della Fraglia de' Pescatori di Chioggia, Marco Naccari (1826), a scrivere una memoria dal titolo: *Istruzione relativa alla pesca esercitata dai poveri pescatori di Chioggia, Lido di Pellestrina, San Pietro della Volta e Venezia nel circondario dell'interne lagune per li granchi nostrani con le raschette semplici e la rete denominata granchera di larga maglia oltre il campione legale*, al fine di dimostrare l'importanza che tale attività rivestiva per le comunità lagunari.

Anche Bullo (1891), nel libro dedicato alla Piscicoltura marina, ribadisce l'importanza di *Carcinus aestuarii* nell'economia locale, per la concimazione delle terre agricole. A pag. 274 si legge:

*"Questi crostacei sono preziosi per le concimazioni agricole pesti e commisti agli espurghi accennati adoperato il miscuglio in parti uguali collo stallatico, od in misura ancora più parca, secondo le terre e la coltura che si vuole preparare, se ne ottengono effetti miracolosi quali ci fu dato qualche volta di vedere."*

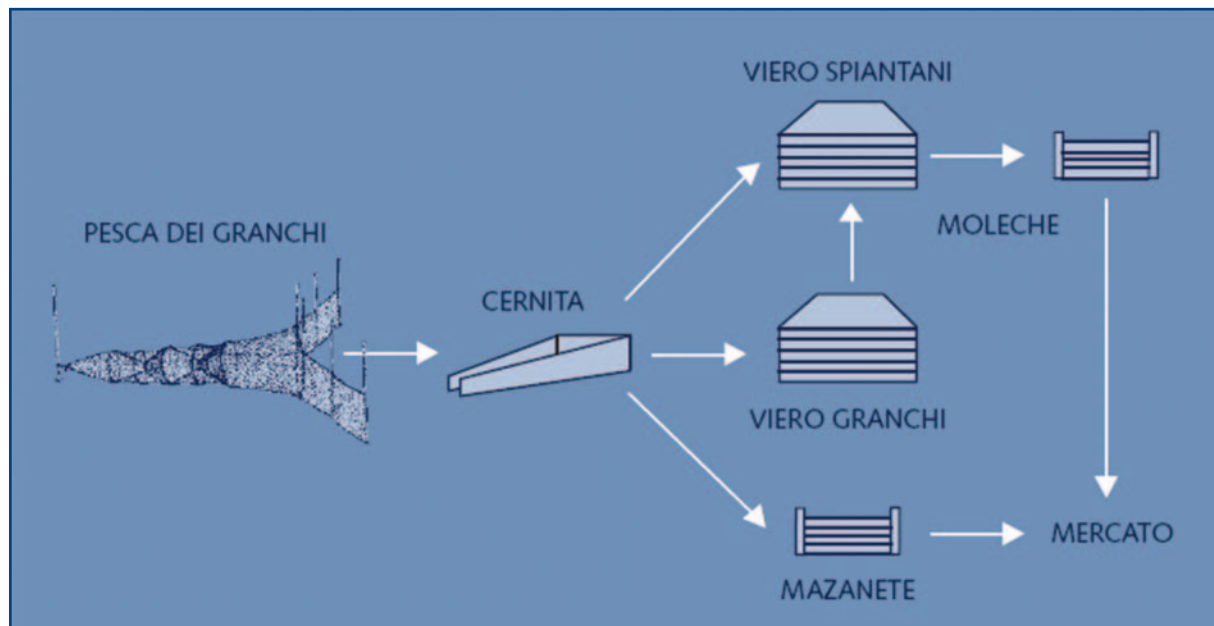
Nel '900 Ninni (1924), Varagnolo (1968) e Strada (1995) trattano il tema delle *moleche* descrivendo la biologia di *C. aestuarii*, le tecniche di produzione, le attrezzature utilizzate ed analizzando gli aspetti economici ed organizzativi di questa singolare produzione alieutica.

### Tecnica produttiva

A metà tra pesca e allevamento, la produzione di *moleche* rappresenta oggi un'attività stagionale integrativa del pescatore professionista di laguna. La pesca dei granchi è esercitata con le reti da posta (bertovelli) posizionate nei fondali lagunari con batimetria inferiore a m 1,5 s.l.m. (*palù*); più raramente la pesca avviene con reti a strascico come ad esempio le *granzere* (Pellizzato & Giorgiutti, 1997).

I granchi catturati sono quindi selezionati, uno per uno, dai pescatori più esperti su una tavola rettangolare o a forma di trapezio, con sponde sui 3 lati maggiori e fornita di una paratoia sul lato minore (*gorna*). Questa prima cernita permette di separare gli *spiantani*, esemplari che muteranno nel giro di qualche ora o pochi giorni, dai *granchi boni*, che muteranno entro qualche settimana, dai *granchi matti* o *cattivi* che, invece, non muteranno più in quella stagione.

**Figura 2. Schema della filiera della molechicoltura: reti da posta, gorna, vieri (per granchi boni, spiantani, moleche e mazanete), commercializzazione.**



Questa prima fase di cernita è particolarmente importante per l'esito finale: richiede infatti tutta la capacità e l'esperienza del *molecante* che deve effettuare in modo rapido e sicuro la selezione fatta in base ai diversi stadi fisiologici dei granchi. Se l'individuazione degli *spiantani* si presenta relativamente agevole, per la presenza di

una evidente fessura laterale del carapace del granchio, altrettanto non si può dire per i *granchi boni* e per i *granchi matti* che, ad un occhio inesperto, risultano del tutto simili.

Già al termine di questa prima cernita, *spiantani* e *granchi boni* sono raccolti in contenitori separati (*vieri*), mentre i *granchi matti* sono liberati in laguna. Nei mesi autunnali con la produzione di *moleche* si affianca anche quella delle *mazanete*, cioè le femmine con le gonadi mature piene di uova rosso-arancione, e per questo chiamato corallo, che vengono pure mantenute in *vieri* separati e commercializzate a parte (Fig. 2).

I *vieri*, un tempo realizzati in vimini, ed attualmente costituiti in legno o in materiale plastico di forma rettangolare o esagonale, sono immersi all'interno di appositi vivai costituiti da pali infissi nel fondale e collegati con altri disposti orizzontalmente. Strutture di questo tipo sono presenti in alcuni canali lagunari nei pressi di Chioggia, Pellestrina, Giudecca e Torcello.

Il primo controllo dei *vieri* che contengono i *granchi boni* avviene dopo una ventina di giorni nel periodo autunnale e dopo 5-10 giorni in primavera, in quanto le condizioni termiche sono il fattore che maggiormente influenza il fenomeno della muta, che rallenta al diminuire della temperatura. Successivamente l'apertura dei *vieri* avviene più frequentemente (ogni 2-3 giorni) e man mano che i *granchi boni* diventano *spiantani* sono trasferiti in altri *vieri*.

I *vieri* degli *spiantani* sono ispezionati due volte al giorno, generalmente di buon mattino e al pomeriggio, per la raccolta delle *moleche* e per l'eliminazione di granchi morti e dalle esuvie (gli esoscheletri sono dette *moande*). I frequenti controlli dei *vieri* contenenti gli *spiantani* si rendono necessari per evitare che, immersi nell'acqua, abbia inizio il processo di ricalcificazione dell'esoscheletro che renderebbe ben presto il prodotto invendibile. Una volta raccolte, le *moleche* possono essere conservate anche qualche giorno fuori dall'acqua prima del conferimento: il prodotto ha una taglia media che si aggira sui 20 g e difficilmente si trovano al mercato esemplari di 30-40 g (peso limite per *Carcinus aestuarii*).

### La filiera produttiva oggi (*operatori, produzione, mercati*)

La Regione Veneto ha delegato alle proprie Provincie le competenze in materia di pesca ed acquicoltura con Legge regionale n. 50 del 9.12.1986; Regolamento regionale 20.7.1989. A questi enti territoriali compete quindi predisporre ed approvare anche strumenti di analisi e d'indirizzo per il settore. Di recente l'Amministrazione provinciale di Venezia ha pubblicato un piano per la gestione delle risorse alieutiche, riferito alle lagune di propria competenza (Venezia e Caorle). I dati qui riportati, desunti ed elaborati da questo recente piano settoriale si riferiscono al mestiere di *molecante*, così come viene esercitato nelle lagune veneziane, e dove l'attività risulta avere ancora di un certo rilievo (Provincia di Venezia, 2009). Infatti, l'allevamento di *Carcinus aestuarii*, pur essendo pratica conosciuta in tutte le comunità pescherecce alto-adriatiche, risulta marginale ed episodica sia in laguna di Marano-Grado (Ud) che nell'area rodigina e ferrarese (Delta del Po), mentre altrove è pressoché sconosciuta.

**Tabella 2. Pescatori di *C. aestuarii* in laguna di Venezia, suddivisi per classi di età (periodo 1997-2007).**

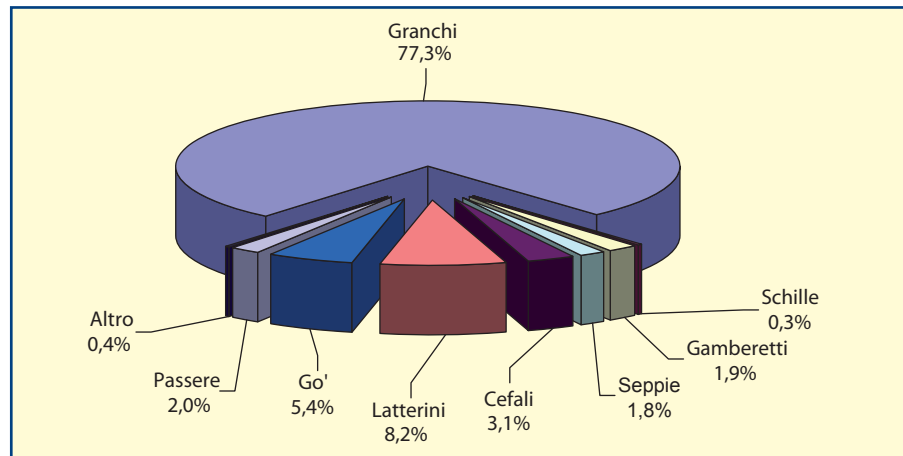
Classi di età dei pescatori tradizionali in laguna di Venezia						
ANNO	n. Totale	Età Media		≤ 35	36-55	≥ 56
1997	132	45,0		41	57	34
1998	115	45,3		33	49	33
1999	111	45,9		29	49	33
2000	108	47,7		20	54	34
2001	105	47,8		20	53	32
2002	94	47,2		21	46	27
2003	86	47,5		16	44	26
2004	83	47,7		15	41	27
2005	81	47,8		13	39	29
2006	81	47,7		16	36	29
2007	83	47,7		17	39	27

La distribuzione delle licenze per classi di età rilasciate ai pescatori professionali di laguna, evidenzia come queste si concentrino prevalentemente nella fascia di età tra 36 e 55 anni, con tendenza ad una diminuzione del numero complessivo (-37% nel periodo considerato), e che risulta più marcata nelle licenze assegnate ai pescatori appartenenti a classi di età inferiori (-41% per chi ha meno di 35 anni). La coorte che risente in modo

minore di questo calo è quella dei pescatori di età superiore ai 56 anni (-20%). L'età media aumenta da 45,0 a 47,7 anni (Tab. 2), dimostrando in modo inequivocabile un invecchiamento della categoria ed una mancata entrata nel mondo del lavoro di giovani pescatori *molecanti*, limitandone il ricambio generazionale. Fra le cause del declino di questa, ma più in generale di tutte le attività tradizionali di pesca, si possono ipotizzare motivi legati al decadimento dell'ambiente lagunare, alla diminuzione degli stock ittici e ad uno stile di vita non consono alle attuali aspirazioni (lavoro fisicamente faticoso e di sacrificio, esposizione alle intemperie e ai rischi, incerto nei guadagni, senza orari fissi, ecc.).

**Tabella 3 e Figura 3. Composizione del pescato nelle reti fisse in laguna di Venezia. Media annuale stimata nel periodo 2004-2007.**

SPECIE	%
Granchi	77,3
Schille	0,3
Gamberetti	1,9
Seppie	1,8
Cefali	3,1
Latterini	8,2
Go'	5,4
Passere	2,0
Altro	0,4



Ciascun operatore gestisce in media una cinquantina di sistemi di cattura, ottenendo un reddito lordo valutato in circa 15.000 €/anno, a fronte di un impegno lavorativo di 6-8 mesi all'anno.

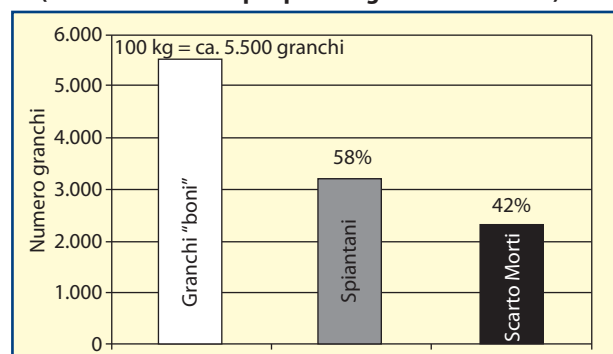
Quantità e composizione del pescato nei bertovelli delle reti fisse poste in laguna variano ampiamente in funzione dei molti parametri in gioco: luogo e tempo di pesca, stagione, modifiche agli attrezzi ed accorgimenti nel loro uso, ecc. Da indagini campionarie effettuate risulta che la biomassa maggiore delle specie catturate con reti fisse è rappresentata per circa i 3/4 da granchi della specie *C. aestuarii* (Fig. 3; Tab. 3) (Provincia di Venezia, 2009).

Dalla zona di pesca, i granchi vengono provvisoriamente mantenuti in sacchi di fibra vegetale inumiditi: una volta raggiunto il vivaio con i *vieri*, i pescatori effettuano una prima cernita, al termine della quale, *spiantani* e *granchi boni* sono tenuti in *vieri* separati, mentre i *granchi matti* sono liberati nelle acque lagunari.

In base ai dati riportati in letteratura ed a seguito di rilevazioni "in campo", si stima che 100 kg di *granchi boni* (corrispondenti a circa 5.000-5.500 esemplari), solo il 58% diventeranno *spiantani*, mentre gli altri saranno scartati. I granchi che hanno superato questa nuova cernita (3.000-3.200), sono tutti *spiantani* (circa 58 kg in peso) e diventeranno nel 92% dei casi, entro poche ore, delle *moleche* (circa 2.950 esemplari, pari a 53 kg). Nelle Fig. 4 e 5 e Tab. 4 e 5 sono riassunti i rendimenti produttivi attesi in un ciclo produttivo eseguito da *molecanti* esperti.

**Tabella 4 e Figura 4. Rendimenti produttivi attesi nel corso di un ciclo di produzione di moleche. I dati si riferiscono alla produzione di un quantitativo di 100 kg di granchi boni (che muteranno dopo qualche giorno/settimana).**

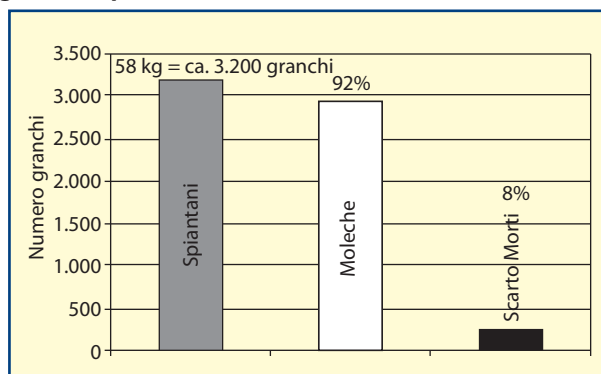
Stadio fisiologico	Peso	Numero
<i>Granchi boni</i>	100 kg	5.500
<b>Rendimento produttivo atteso</b>		
<i>Spiantani</i>	58 kg	3.200
Morti/Scarti	42 kg	2.300





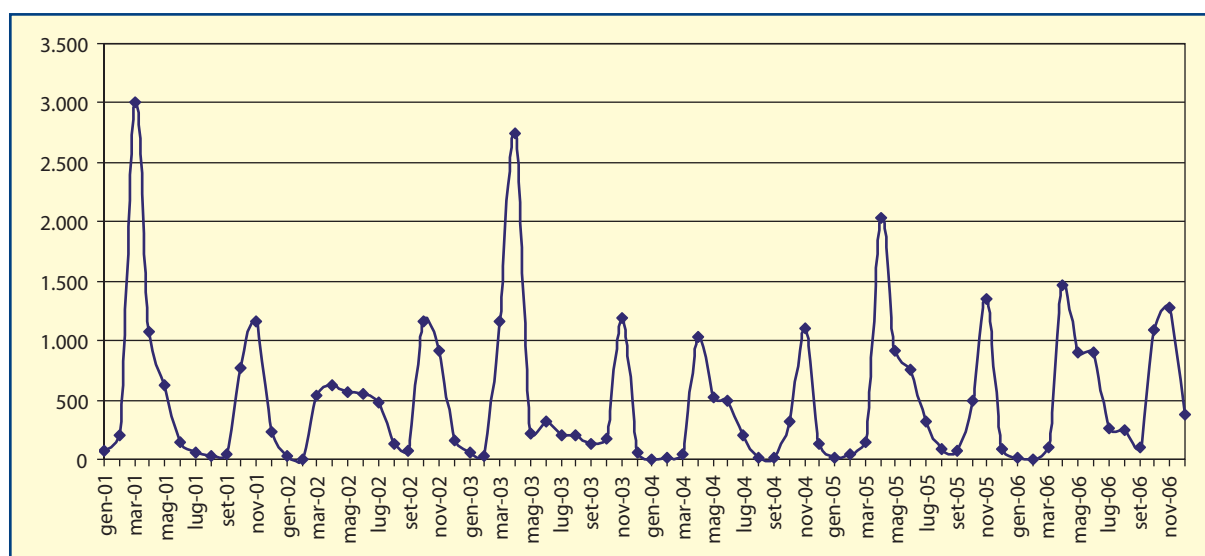
**Tabella 5 e Figura 5. Rendimenti produttivi attesi nel corso di un ciclo di produzione di *moleche*. I dati si riferiscono alla produzione di un quantitativo di 58 kg di *spiantani* (granchi in procinto di mutare l'esoscheletro).**

Stadio fisiologico	Peso	Numero
<i>Spiantani</i>	58 kg	3.200
Rendimento produttivo atteso		
<i>Moleche</i>	92%	53 kg
Morti/Scarti	8%	5 kg

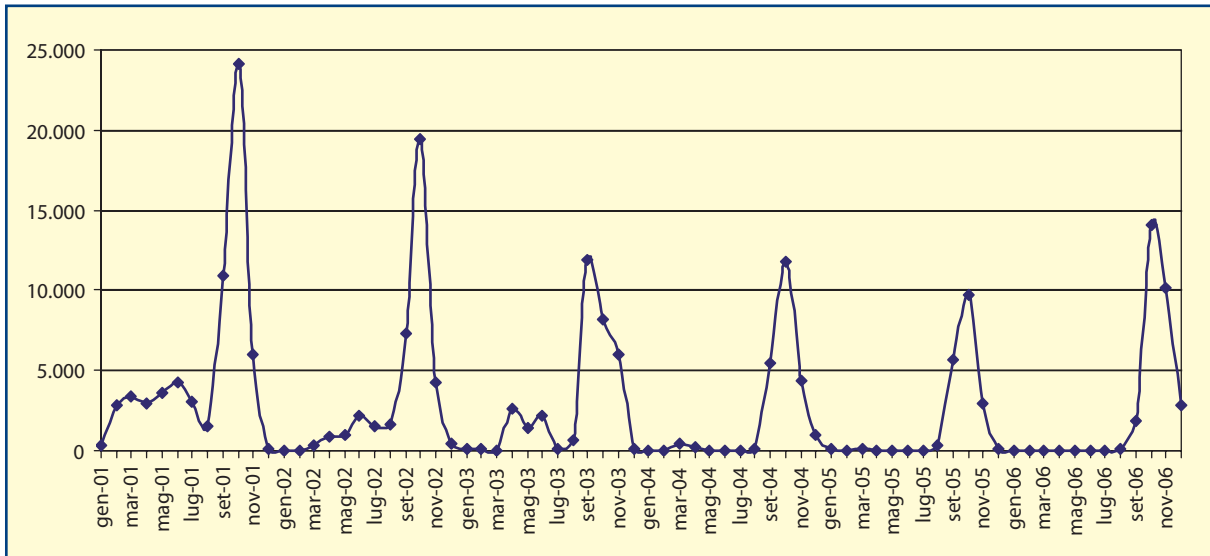


Le caratteristiche merceologiche del prodotto *moleche* è tale da poter essere commercializzato attraverso tutti i canali di vendita (mercato ittico all'ingrosso, GDO, pescherie, ristoranti e ... singoli consumatori). Nell'affrontare gli aspetti economici legati alla produzione lagunare dei granchi, deve quindi essere tenuto presente che le quantità prodotte non si esauriscono con la semplice somma algebrica dei fogli d'asta contabilizzati nei mercati ittici all'ingrosso presenti nelle provincie di Venezia e Rovigo, dove comunque sono conferiti una larga parte dei prodotti ittici di provenienza locale. Per una indicativa, seppur parziale informazione, si riportano i grafici relativi alla stagionalità della produzione rispettivamente di *moleche* e *mazanette*, così come risulta dai dati in possesso del mercato ittico all'ingrosso di Chioggia per il periodo 2001-2006 (Fig. 6 e 7). Da questi grafici, risultano evidenti, pur nella parziale quantità di prodotto transitato per il mercato rispetto a quello effettivamente prodotto, i due picchi annuali per le *moleche* (primavera ed autunno) e il solo picco nei mesi di settembre, ottobre e novembre che avviene per le femmine ovigere di *Carcinus aestuarii* (*mazanette*). Si riportano anche i grafici relativi alla produzione annuale di *moleche* e *mazanette* dal 1986 al 2007, registrati al mercato ittico all'ingrosso di Chioggia (Fig. 8 e Fig. 9) e l'andamento del prezzo medio mensile di conferimento delle *moleche*, registrati nei mercati di Venezia e Chioggia nell'anno 2007 (Tab. 6).

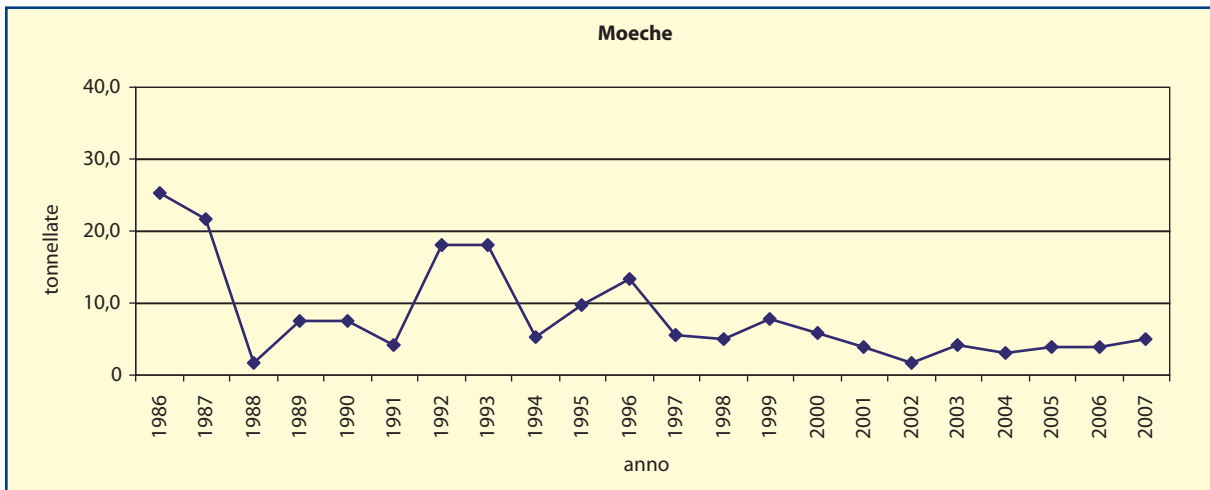
**Figura 6. Stagionalità della produzione di moleche. Dati dei mercati all'ingrosso di Chioggia e Venezia nel periodo gen. 2001-dic. 2006. Evidenti i due picchi annuali (in primavera ed autunno).**



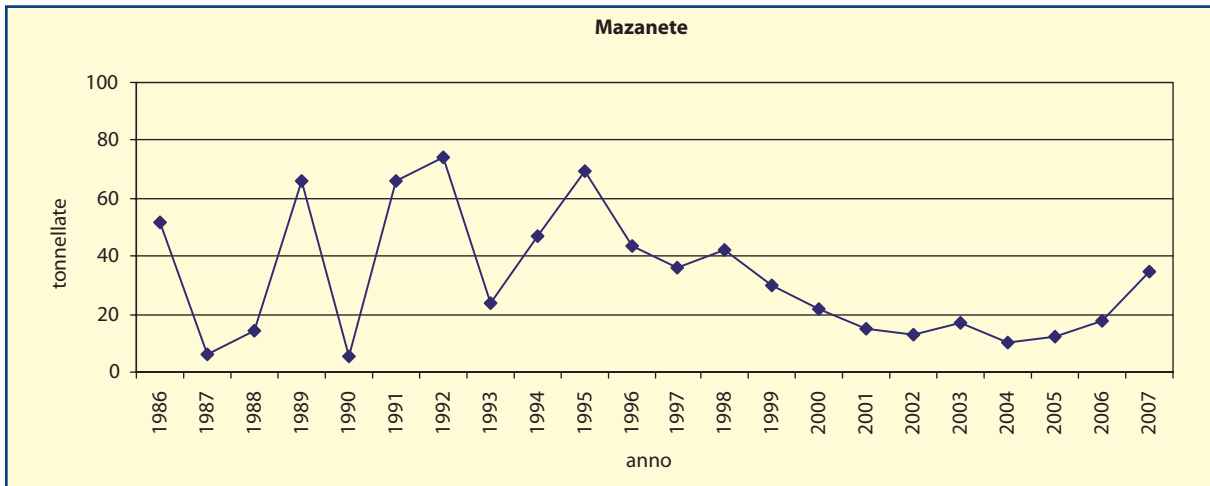
**Figura 7. Stagionalità della produzione di granchi femmine (mazanette). Dai dei mercati all'ingrosso di Chioggia e Venezia. Periodo gen. 2001-dic. 2006. Evidente il picco che si verifica annualmente da settembre a novembre.**



**Figura 8. Quantitativi di *Carcinus aestuarii* in fase di muta (*moeche*) transitati annualmente al mercato ittico di Chioggia nel periodo 1986-2007.**



**Figura 9. Quantitativi di femmine ovigere (*mazanette*) di *Carcinus aestuarii* transitati annualmente al mercato ittico di Chioggia nel periodo 1986-2007.**



**Tabella 6. Andamento dei prezzi medi mensili delle moleche registrato nel corso del 2007 nei mercati ittici all'ingrosso di Venezia e Chioggia.**

Mese	Prezzo medio mensile (€/kg) nell'anno 2007		
	Venezia	Chioggia	Media Venezia + Chioggia
Gennaio	48,1	46,8	47,5
Febbraio	47,6	48,6	48,1
Marzo	33,5	34,8	34,2
Aprile	58,4	62,9	60,7
Maggio	60,7	74,2	67,5
Giugno	57,8	60,2	59,0
Luglio	29,8	39,3	34,6
Agosto	38,1	34,3	36,2
Settembre	50,8	51,7	51,3
Ottobre	34,3	41,6	38,0
Novembre	28,7	33,4	31,1
Dicembre	41,5	47,4	44,5
Media	44,1	49,5	46,0

I prezzi elevati che le *moleche* spuntano sui mercati locali, in media tra 44 e 49 €/kg, raggiungendo talvolta picchi superiori agli 80 €/kg (come avvenuto ad esempio nell'aprile 2005), permettono a questa attività alieutica, di raggiungere la sostenibilità biologica ed economica. Nel decennio 1997-2007 la produzione annuale complessiva di *moleche* di *C. aestuarii* proveniente dalle lagune venete (dati di mercato e "fuori-mercato") è stata stimata tra le 20 e le 60 t, per un valore medio di produzione lorda vendibile di oltre 1.500.000 €/anno.

### Ricerca e sperimentazione

Nei primi anni '80 alcuni Enti Pubblici locali avevano dato vita, consorziandosi, al Co.S.P.A.V. (AA.VV., 1984). I biologi del suo Centro Ricerche, oltre a sperimentare nel settore della molluschicoltura si sono occupati di crostaceicoltura, introducendo in Veneto, con il supporto scientifico dell'Istituto C.N.R. di Lesina, l'allevamento della mazzancolla (*Marsupenaeus japonicus*) e sviluppando la ricerca applicata nella produzione delle moleche. Sono di questo periodo i tentativi di utilizzare le acque calde reflue dell'impianto termoelettrico ENEL di Fusina (Ve) per accelerare i processi di muta nei granchi, i primi tentativi di controllo ormonale attraverso interventi di ablazione dei peduncoli ottici dei granchi, e la sperimentazione di tecniche di stabulazione in acque salubri, alternative all'uso dei *vieri* collocati in zone di facile accesso ma dove l'acqua è spesso inquinata e con poco ricambio.

Negli anni '90 la sperimentazione è proseguita con l'A.S.A.P. (Azienda Speciale per la Pesca e l'Acquicoltura della Camera di Commercio di Venezia), nell'ambito delle produzioni alieutiche "minori": sono stati sperimentati degli impianti a circuito chiuso per poter controllare i parametri mesologici, il fotoperiodo, i livelli ormonali, ecc. Parallelamente si è anche tentato di mettere a punto una metodologia basata sull'uso di luce UV (lampada di Wood) per identificare durante la cernita in ambiente controllato i granchi destinati a mutare (effetto opaco/fluorescente), in modo che anche un operatore poco esperto potesse identificare con facilità lo stadio fisiologico del granchio.

Dal 2000 ad oggi (2010) i finanziamenti pubblici sulla carcinicoltura in Veneto hanno riguardato aspetti legati alla valorizzazione del prodotto, al monitoraggio della risorsa ed un "progetto pilota" realizzato nel 2005 per valutare le possibilità applicative e la ricaduta in termini economici ed occupazionali in Sacca degli Scardovari (Ro) (Varagnolo, 2006).

### Degrado ambientale e tendenze in atto

In questi ultimi anni gli organi di stampa locali si sono spesso interessati sempre in modo preoccupato dei *molecanti* e del loro prodotto: le notizie di cronaca riportate dai giornalisti nell'ultimo decennio sono sempre di eventi negativi o sfavorevoli. Ecco alcuni i titoli apparsi sulla stampa locale, che manifestano il disagio e le difficoltà insite in questo mestiere: (*Moleche da collezione; Mazanette in pericolo; Granchi da salvare; Molecanti, Sfratto da Canal Vena; La scomparsa dei granchi; Allarme per la moria dei granchi;...*).

Pesca ed acquicoltura, se correttamente gestite, trovano la loro giustificazione nelle necessità primarie dell'uomo, mantenendo nel contempo l'ambiente in cui vive e svelandone la "cultura". Ci si può chiedere come gli

abitanti della fascia costiera veneta con il loro retaggio, possano oggi continuare ad esercitare attività produttive esistenti sin dai tempi remoti. I bacini salmastri (lagune, sacche, foci, ecc.) costituiscono, infatti, aree di produzione alieutica elettiva: non a caso, malgrado inquinamenti e bonifiche (alcune di queste sono tutt'ora in corso!) abbiano ridotto gli areali di pesca, le aree nursery ed i siti idonei per l'acquicoltura, esiste un'importante produzione alieutica che vede impegnati ancora circa 3.000 pescatori professionisti agire in un complesso estuario unico, che si sviluppa dalle foci dell'Isonzo a Ravenna.

## Conclusioni

Le *moleche* prodotte nelle lagune venete nei periodi primaverile ("Quaresima") ed autunnale ("Fàima") rappresentano oggi, per un centinaio di pescatori di professione, un'importante mestiere che fa parte integrante della pesca artigianale tradizionale alto-adriatica.

I prezzi che le *moleche* spuntano sui mercati locali in virtù della loro fama, in media tra 44 e 49 €/kg, ma che talvolta hanno superato anche gli 80 €/kg, permettono a questa attività alieutica di raggiungere la sostenibilità biologica ed economica.

Nel decennio 1997-2007 la produzione annuale di *moleche* di *C. aestuari* è stata stimata complessivamente tra le 20 e le 60 t, per un valore medio di produzione lorda vendibile superiore a 1.500.000 €/anno: le quantità sono concentrate quando la temperatura dell'acqua si mantiene sui 15 °C (marzo/maggio ed ottobre/dicembre). Un rialzo termico porta ad una iperproduzione giornaliera, con conseguente riduzione del prezzo di vendita, mentre un repentino abbassamento della temperatura porta, invece, ad una sensibile riduzione del numero dei granchi che mutano.

Il principale fattore limitante per la produzione è ancora oggi rappresentato dal numero dei granchi disponibili e dalla percentuale di quelli che cambieranno l'esoscheletro nel breve periodo: entrambi questi fattori dipendono quasi esclusivamente da eventi naturali. Pur avendo in tempi recenti approfondito le conoscenze sui meccanismi che regolano il fenomeno nei crostacei all'induzione della muta, le sperimentazioni sino ad oggi condotte non sono state in grado di raggiungere risultati tangibili né per l'aspetto produttivo né per quello tecnologico.

Il degrado degli habitat lagunari e le dinamiche in atto negli ambienti costieri dell'alto-adriatici mettono in serio pericolo il mantenimento di questa attività tradizionale. L'uscita dal mondo del lavoro degli operatori più anziani, *molecanti* altamente specializzati ed il limitato ricambio generazionale fanno ritenere concretamente a rischio questa produzione agro-alimentare di eccellenza (Presidio Slow Food sostenuto dalla Regione del Veneto).

**Bibliografia**

- AA.VV., 1984. Attività del Centro Ricerche del CoSPAV. In: Ricerca e sperimentazione in acquacoltura: 57-92. Regione Veneto-E.S.A.V.
- Behrens Yamada S., Hauck L., 2001. Field identification of the European Green Crab Species: *Carcinus maenas* and *Carcinus aestuarii*. *Journal of Shellfish Research*, 20(3):905-909.
- Bullo G.S., 1891. Piscicoltura marina. Tip. Prosperini, Padova, 430 pp.
- Calmo A., 1510-1571. Manoscritto.
- Naccari M., 1826. Istruzione relativa alla pesca esercitata dai poveri pescatori di Chioggia, Lido di Pellestrina, San Pietro della Volta e Venezia nel circondario dell'interne lagune per li granchi nostrani con le raschette semplici e la rette denominata granchera di larga maglia oltre il campione legale. Tip. Molinari, Venezia, 14 pp.
- Ninni E., 1924. L'industria delle moeche. *Rivista mensile della città di Venezia*, 7: 10 pp.
- Olivi G., 1792. Zoologia Adriatica, Bassano, 334 pp.
- Pellizzato M., Giorgiutti E. 1997. Attrezzi e Sistemi di pesca nella Provincia di Venezia. La Tipografica s.r.l., Venezia, 190 pp.
- Provincia di Venezia, 2009. Piano per la gestione delle risorse alieutiche delle lagune della provincia di Venezia. Arti Grafiche Zoppelli, 203 pp.
- Strada R.M., 1995. La produzione di "moeche" in Laguna di Venezia, Azienda Sviluppo Acquacoltura Pesca, Geograf srl, Loreggia Pd, 63 pp.
- Varagnolo M., 2006. Progetto pilota destinato alla produzione di moleche nella laguna di Scardovari (Ro). Relazione finale. Progetto SFOP n. 15/MI/2004.
- Varagnolo S., 1969. Pesca e cultura del granchio *Carcinus maenas* L. nella Laguna di Venezia. *Archivio di oceanografia e Limnologia Suppl.*, 15:83-96.

# IL CONTRIBUTO DEI MODELLI MATEMATICI AD UNA GAMBERICOLTURA SOSTENIBILE

**Roberto Pastres, Giovanni Orlandini**

Dipartimento di Science Ambientali, Informatica e Statistica, Università Ca' Foscari Venezia, Dorsoduro 2137,  
30123 Venezia, pastres@unive.it

**Key-words:** modelli matematici, gambericoltura sostenibile.

## Sommario

La notevole espansione dell'acquacoltura nelle ultime decadi ha provocato, da un lato, una crescente attenzione riguardo gli impatti ambientali di tali attività e, dall'altro, l'aumento della competizione a livello internazionale e, quindi, la necessità di ridurre i costi di produzione. In tutti i settori, vi è quindi la tendenza ad orientarsi verso pratiche di allevamento che minimizzino gli impatti sull'ecosistema ed ottimizzino i costi. A questo riguardo, nei settori più maturi come, ad esempio, l'allevamento del salmone, i modelli matematici sono utilizzati in misura sempre maggiore per: 1) valutare l'efficienza dei mangimi (FCR, Food Conversion Ratio) e le esigenze alimentari in relazione alla variabili esterne, quali la temperatura dell'acqua e la concentrazione di ossigeno disciolto, 2) stimare i tassi di accrescimento in funzione delle condizioni di allevamento; 3) valutare a priori le conseguenze del rilascio in ambiente di cibo non ingerito e feci e disegnare efficienti strategie di monitoraggio per valutare l'impatto in condizioni operative. In questo lavoro viene fornita una descrizione generale di un modello individuale messo a punto per simulare l'accrescimento di *Penaeus japonicus* (Bate, 1888). Successivamente, vengono presentati e discussi i risultati ottenuti in una applicazione preliminare del modello a dati rilevati nel corso degli anni 2003 e 2004 presso il Centro Ittico Sperimentale di Valle Bonello, gestito da Veneto Agricoltura.

## Abstract

The remarkable expansion of the aquaculture industry in the last decades has brought about, on one side, an increasing concern about the environmental impact of such activities and, on the other, a growing competition at international level and, therefore, the need of reducing production costs. For this reasons, the majority of aquaculture productions are going towards the implementation of management practices aimed at minimizing the impact on ecosystems and production costs. In order to reach these goals, mathematical models are being increasingly used in mature sectors, such as salmon farming. These tools allow one to: 1) assessing the feed efficiency (FCR, Food Conversion Ratio) and feed request across a wide range of environmental variables which affects the growth, such as water temperature and dissolved oxygen; 2) assessing the growth rates in relation to farming conditions; 3) estimating "a priori" the environmental impact of aquaculture emissions, such as uneaten feed and faeces, and designing cost effective monitoring strategies for assessing such impact in operational conditions. In this paper, we will provide a general description of an individual model for the simulation of the growth of *Penaeus japonicus* (Bate, 1888). Subsequently the results of the application of the model to data collected Veneto Agricoltura during the years 2003 and 2004 at Valle Bonello, North-East Adriatic, are presented and discussed.

## Introduzione

A livello mondiale, la gambericoltura sta vivendo una fase di crescita esplosiva: in base ai dati forniti dalla FAO, nel 2007 i maggiori produttori di *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), noto anche come gambero bianco del pacifico, erano la Cina (700,000 tonnellate), Thailandia (400,000 tonnellate), Indonesia (300,000 tonnellate) e Vietnam (50,000 tonnellate). Quest'ultima specie sta sostituendo in Asia il *Metapenaeus monodon* (Fabricius, 1798) o gambero tigre gigante, della quale Thailandia, Vietnam, Indonesia, Le Filippine e India sono ancora i maggiori produttori. Negli ultimi anni, è notevolmente cresciuta nei produttori la consapevolezza della necessità di tra-



sformare questa attività e renderla sostenibile. Solo in questo modo, infatti, nell'immediato futuro sarà possibile avere accesso ai mercati internazionali, in cui già da oggi vigono controlli rigorosi riguardanti la tracciabilità del prodotto. È, infatti, prevedibile che la certificazione di sostenibilità a breve diventi un requisito altrettanto indispensabile o che, comunque, garantisca un vantaggio competitivo. Per questa ragione, la gambericoltura deve dotarsi di pratiche gestionali che consentano di raggiungere livelli di produzione remunerativi, senza che ciò vada a detrimento della qualità dell'ambiente che circonda gli impianti. A tal proposito, uno dei principali problemi è costituito dagli scarichi, molto ricchi di sostanza organica e, in particolare, di composti azotati e, quindi, potenzialmente in grado di aumentare l'eutrofizzazione dei bacini costieri in cui vengono sversati. La riduzione dell'impatto ambientale può essere ottenuta, da un lato, accoppiando la produzione di gamberi con altri tipi di colture estrattive, in base ai principi dell'acquacoltura integrate, e dall'altro ottimizzando le pratiche di allevamento, in maniera da diminuire il rapporto di conversione del cibo e, quindi, sia i costi sia le emissioni. A questo riguardo, l'utilizzo di modelli matematici, unito ad un piano di monitoraggio di variabili critiche, quali l'ossigeno disciolto, la concentrazione di solidi sospesi, la densità di clorofilla, nei bacini di allevamento, possono consentire di mettere in atto pratiche gestionali flessibili, in grado di aumentare le rese, sia aumentando i tassi di accrescimento, sia diminuendo i rischi di mortalità. Tali pratiche potrebbero includere: la somministrazione di quantità di cibo variabili in funzione della densità e della temperatura, la variazione delle portate in entrata e in uscita, l'aerazione forzata in presenza di rischi di anossia. A questo riguardo, modelli matematici in grado di simulare sia l'accrescimento e la dinamica di popolazione dei gamberi, sia i principali processi biogeochimici che hanno luogo nei bacini di allevamento, possono fornire informazioni utili a: a) quantificare i fattori di rischio, quali, ad esempio, la relazione tra scarsità di ossigeno, accrescimenti non ottimali e mortalità elevate; b) fornire previsioni in tempo reale, utile a ottimizzare la gestione quotidiana; c) ottimizzare le rese, simulando diversi scenari di gestione dei flussi di materia ed energia in modo da selezionare le pratiche che, aumentando il benessere degli animali, ne aumentano la resistenza alle infezioni; d) assistere lo sviluppo di procedure di certificazione. In letteratura internazionale, (Burford, *et al.*, 2004, Kam, *et al.*, 2008, McGraw *et al.*, 2001, Stien 2008, Zhu C., 2009) si ritrovano già molti esempi di applicazione di tali strumenti e, recentemente, modelli di questo tipo sono disponibili commercialmente ([www.pondscale.com](http://www.pondscale.com)). Sebbene la scala produttiva della gambericoltura italiana non sia confrontabile con quella asiatica, si ritiene che anche gli allevatori italiani potrebbero beneficiare di un approccio maggiormente orientato alla ottimizzazione delle pratiche di allevamento, sostenuto anche dall'uso di modelli matematici. Per questa ragione, in collaborazione con Veneto Agricoltura, è stato iniziato uno studio volto a valutare la fattibilità di accoppiare l'allevamento semi-intensivo di *Penaes japonicus* in bacini in terra al pre-ingrasso di *Tapes philippinarum*. In tal modo, oltre a ridurre l'impatto ambientale della gambericoltura, si produrrebbe seme di vongola verace, molto richiesto nelle lagune Nord-Adriatiche. In questo lavoro, viene descritto il mattone fondamentale di qualsiasi modello per la gestione integrata di attività di acquacoltura, cioè il modello di accrescimento individuale della specie allevata. Successivamente, vengono presentati e discussi i risultati preliminari sinora ottenuti e tracciate alcune note conclusive.

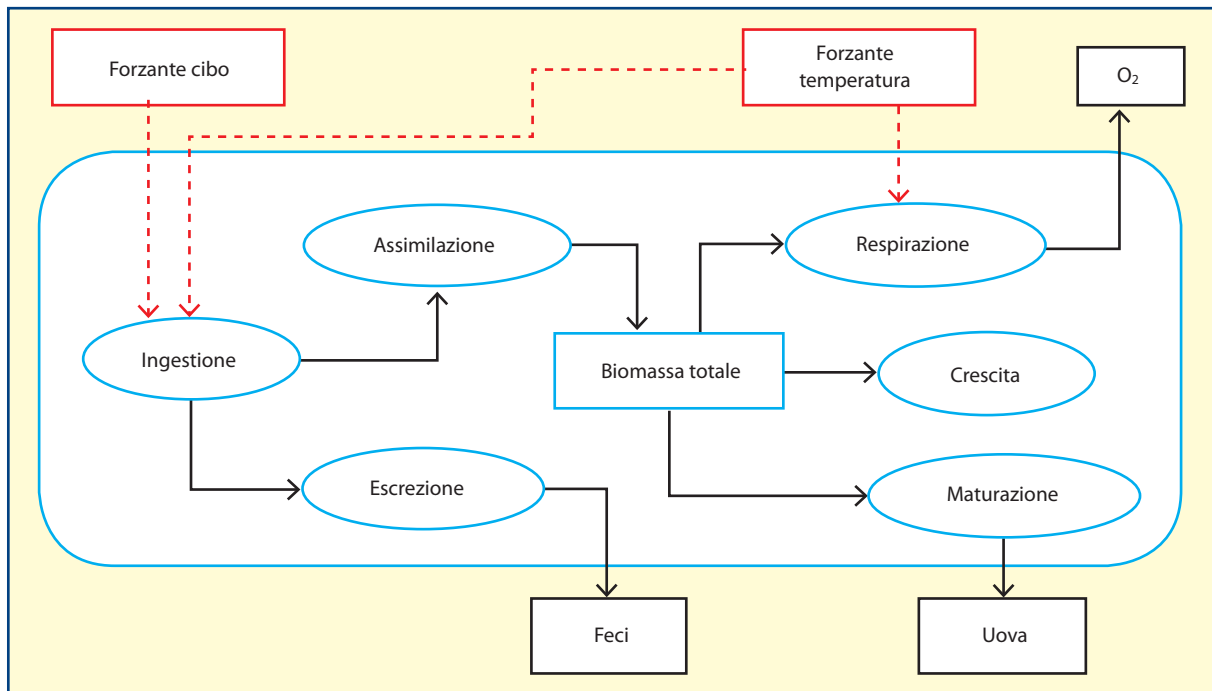
## Il modello matematico di accrescimento di *Penaes Japonicus*

La crescita, pur nella sua complessità, dal punto di vista termodinamico può essere descritta come un insieme di processi mediante i quali un "sistema aperto", come un organismo, riesce ad aumentare la propria energia libera di Gibbs, attraverso la degradazione di una parte dell'energia libera "contenuta" nelle molecole dell'alimento. Globalmente, l'accrescimento può quindi essere descritto mediante un bilancio energetico, riferito ad un certo intervallo di tempo:

$$R = E + M + Sfg \quad (1)$$

Il bilancio stabilisce che l'energia libera contenuta nella razione **R** ingerita, ad esempio, quotidianamente si ripartisca in: a) una frazione **E**, che rappresenta i prodotti di rifiuto dell'organismo quali sono le urine, le escrezioni superficiali, le feci, ed il calore; b) una quota **M**, costituita dall'energia libera utilizzata nei processi metabolici, comprendente le spese per la digestione, la sintesi di molecole utili, attività metaboliche di base e altre attività volontarie; un'ultima frazione, detta **Sfg** o **Scope for Growth**, che rappresenta l'energia libera utilizzabile per sintetizzare nuovi tessuti somatici o per lo sviluppo delle gonadi. Dall'equazione di bilancio (1.1) si può quindi derivare il modello concettuale, rappresentato in figura 1.1, che è stato utilizzato per costruire il modello di accrescimento per *Penaes japonicus*.

**Fig. 1.1** Modello concettuale utilizzato per costruire il modello matematico di accrescimento di *Penaeus japonicus*.



Le componenti del bilancio energetico, variano naturalmente da specie a specie, (differenze interspecifiche), da individuo a individuo, (differenze intraspecifiche) in relazione a differenze del genotipo e, per lo stesso individuo, possono variare anche in funzione dell'età. Come evidenzia la figura. 1.1, i termini del bilancio dipendono inoltre da una serie di fattori ambientali, quali la temperatura dell'acqua, la disponibilità e la qualità del cibo, l'ossigeno disciolto. Anche il fotoperiodo, la qualità dell'acqua e la salinità, che influenzano i processi fisiologici, possono essere importanti.

Un modello matematico bioenergetico dell'accrescimento si propone di quantificare il bilancio (1), e di legare i vari termini a variabili osservabili, come ad, esempio, il peso dell'animale, la cui evoluzione temporale si ottiene poi integrando le variazioni istantanee. Il modello si pone quindi come sintesi quantitativa delle conoscenze fisiologiche sull'accrescimento della specie allevata, in questo caso di *Penaeus japonicus*.

Per passare dal bilancio energetico alla stima dell'accrescimento in termini di biomassa, è però necessario introdurre una serie di ipotesi semplificative, che consentono di passare dal bilancio energetico ad un "bilancio di biomassa". In particolare, si assume che: i) la crescita sia isometrica e, quindi, le proporzioni tra le varie parti del corpo rimangono costanti, ii) sia possibile stimare la frazione di energia contenuta nel cibo che verrà effettivamente digerita dall'organismo e iii) sia possibile determinare, in media, il contenuto energetico dell'organismo. Queste tre assunzioni consentono di passare dall'equazione (1.1) alla seguente:

$$\frac{dw}{dt} = A - C - G \quad (2)$$

in cui,  $w$  [gDW] rappresenta il peso secco dell'animale,  $A$  il tasso di assimilazione [gDW giorno<sup>-1</sup>],  $C$  il termine catabolico, assunto proporzionale al tasso di respirazione [gDWgiorno<sup>-1</sup>],  $G$  l'energia investita in tessuti riproduttivi nell'unità di tempo [gDWgiorno<sup>-1</sup>]. La struttura del modello, cioè i legami matematici espliciti tra i tre termini dell'equazione (2) il peso dell'animale, la disponibilità di cibo e la temperatura, è stata definita sulla base della letteratura esistente (Franco et al. 2006), in cui viene proposto un modello di accrescimento individuale per la famiglia dei Peneidi in un sistema mesotidale relativo a Maputo Bay, un'area situata a sud del Mozambico. Il modello è stato modificato per tener conto della fisiologia e delle abitudini alimentari della specie in esame e delle diverse condizioni di temperatura in cui si svolge il ciclo di allevamento nelle Valli venete. Ciò ha richiesto la stima di alcuni parametri, sulla base dei dati sperimentali, come verrà descritto nella sezione dei risultati.

Come evidenzia la figura 1, i processi fisiologici considerati sono: ingestione, assimilazione, respirazione e investimento in tessuti riproduttivi. Le relazioni utilizzate per collegarli alle forzanti del modello, concentrazione di cibo,  $F$ , e temperatura dell'acqua,  $T_w$ , e alla variabile di stato  $w$  sono fornite di seguito e brevemente commentate.

*Assimilazione:*

in base all'equazione (3.a), risulta proporzionale all'ingestione,  $I$ , a propria volta, come evidenzia l'equazione (3b), proporzionale ad una funzione del peso, una funzione della temperatura ed una funzione che esplicita il legame tra la quantità di cibo ingerito e la sua concentrazione nell'ambiente,  $F$ . Questa funzione contiene un parametro,  $k$  in (3b), che quantifica, in una certa misura, l'appetibilità e la effettiva disponibilità di cibo. A parità di concentrazione  $F$ , valori più elevati di  $k$  implicano una maggiore ingestione.

$$A = I \times A_e \quad (3a)$$

$$I = I_{\max} f(W) f(T_w) [1 - \exp(-kF)] \quad (3b)$$

*Respirazione:*

il termine catabolico, risulta proporzionale al peso dell'animale e ad una funzione esponenziale della temperatura dell'acqua secondo la:

$$C = \varepsilon c w 0.815 \exp(0.07 T_w) \quad (4)$$

in cui  $c$  rappresenta il tasso di respirazione riferito all'animale standard di peso unitario,  $\varepsilon$  un coefficiente che converte il consumo di ossigeno in perdita di biomassa.

*Investimento in tessuti riproduttivi*

In questa versione preliminare del modello, si è assunto costante durante la crescita l'indice gonadosomatico, in base al quale è stata calcolata la frazione di energia allocata in riproduzione. Essa risulta:

$$G = w \times G_{si} \quad (5)$$

in cui  $G_{si}$  è l'indice gonadosomatico medio, posto pari a 0.05 in queste prime simulazioni. Il termine (5) viene calcolato solo a partire dall'età della maturazione sessuale. Esso è stato quindi trascurato nelle simulazioni presentate in seguito, che si riferiscono a cicli di allevamento molto brevi.

Le relazioni 3-5 contengono alcuni parametri, che quantificano la risposta funzionale della specie a diverse condizioni di temperatura e di alimentazione. Tali parametri sono stati valutati preliminarmente sulla base di (Franco et al. 2006) e dei dati riportati in (ESAV, 1988). Le formulazioni complete sono consultabili presso il sito <http://venus.unive.it/envimod/>.

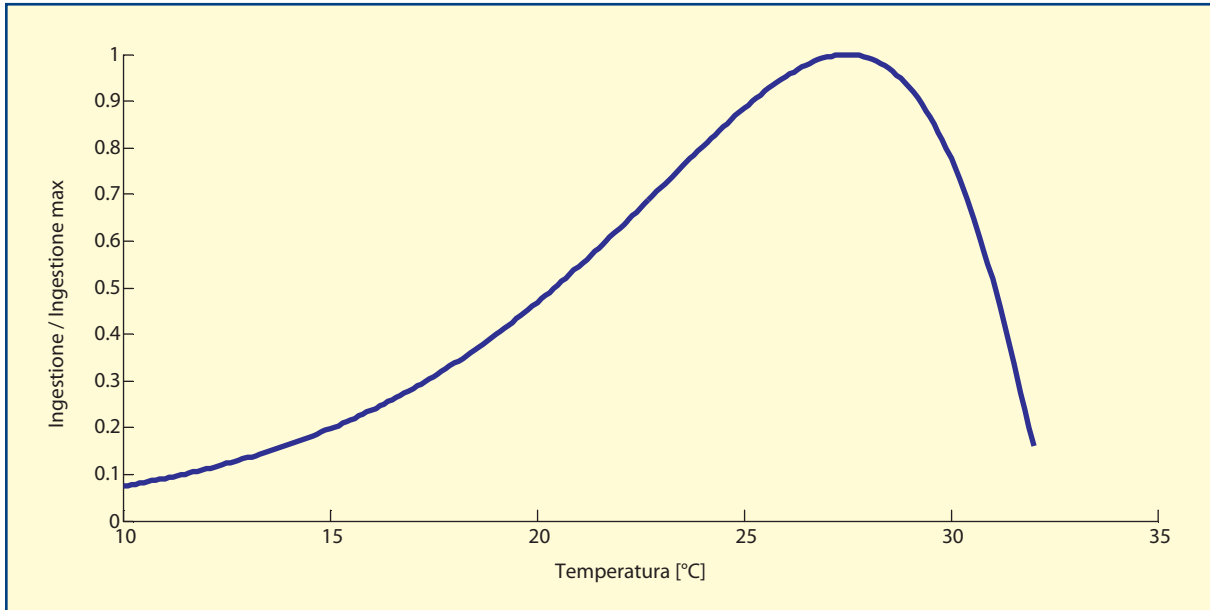
**Risultati**

Il modello descritto nella sezione precedente è stato applicato a dati rilevati presso il centro ittico sperimentale di Valle Bonello nel corso degli anni 2003-2004. Il ciclo di allevamento, descritto in maggior dettaglio in (Palazzi, questo volume), inizia in maggio, con la fertilizzazione dei bacini di allevamento. La semina avviene agli inizi di giugno, in cui vengono introdotti nei bacini esemplari del peso vivo di circa 0.015 grammi. Nel corso degli anni, si sono adottate densità comprese tra gli 1 e 2 individui/m<sup>2</sup>. In particolare, nel 2003 furono seminati 1 ind/m<sup>2</sup>, mentre nel 2004 1.7 ind/m<sup>2</sup>. I pesi vennero rilevati con cadenza circa quindicinali, prelevando lotti di circa 50 esemplari. Ciò ha consentito di stimare sia il valore medio, sia la sua deviazione standard. La pesca ha luogo verso fine settembre, quando la temperatura dell'acqua inizia a scendere al di sotto dei 20 °C.

I dati sperimentali sono stati utilizzati, in primo luogo, proprio per stimare l'influenza di questa importante variabile sull'accrescimento durante il ciclo di allevamento. I modelli pubblicati in letteratura, infatti, si riferiscono ad ambienti tropicali, in cui la temperatura raramente scende al di sotto dei 30 °C, mentre nel nostro caso è necessario quantificare i tassi di accrescimento per temperature comprese tra i 20 e i 30 °C. Per questa ragione, si è introdotta la funzione:

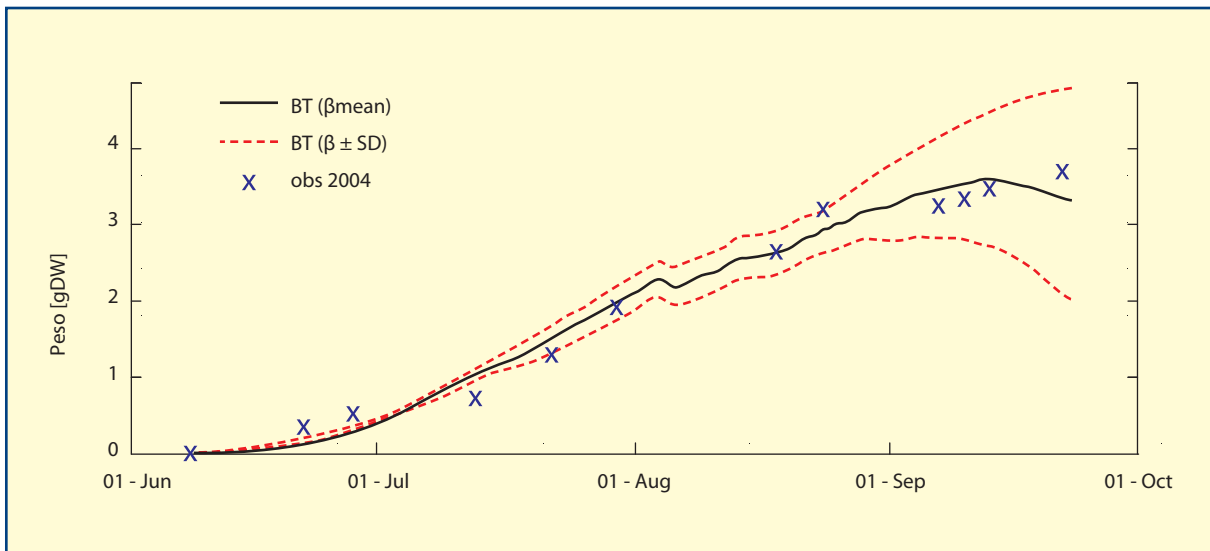
$$f(T_w) = \left( \frac{T_{\max} - T_w}{T_{\max} - T_{opt}} \right)^{\beta(T_{\max} - T_{opt})} \exp(\beta(T_w - T_{opt})) \quad (6)$$

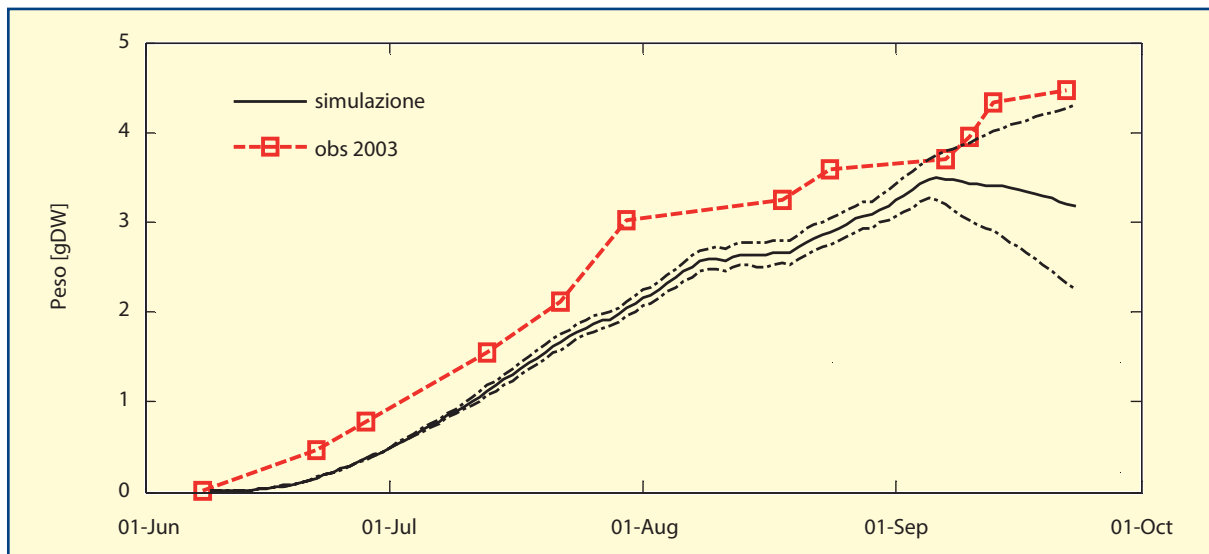
La curva, rappresentata in figura 2, quantifica il rapporto tra il massimo tasso di ingestione, registrato alla temperatura ottimale, e quello relativo ad un'altra temperatura, in condizioni di alimentazione non limitanti. Nella (6)  $T_{\max}$  è la massima temperatura tollerata e  $T_{opt}$ , la temperatura di crescita ottimale [°C], mentre  $\beta$  è un parametro che regola la forma della curva e, in particolare, la rapidità con la quale si abbassa l'efficienza dell'animale nell'alimentarsi al diminuire della temperatura.

**Fig. 2. Rapporto tra il massimo tasso di ingestione e quello attuale, in funzione della temperatura dell'acqua.**

I parametri  $T_{max}$  e  $T_{opt}$  sono stati posti, rispettivamente, pari a 32 °C e 27 °C (Lumare, 1998).

Il fattore di forma,  $\beta$ , è stato invece stimato mediante il confronto tra i risultati del modello e i dati sperimentali rilevati nell'estate 2004, durante il quale vennero rilevati sia gli accrescimenti, sia la temperatura dell'acqua, sia i quantitativi di mangime forniti. I risultati sono riportati in figura 3. Come si può notare, la struttura proposta consente di catturare la dinamica dell'accrescimento per l'anno 2004, riproducendo bene, in particolare, il rallentamento della crescita che si verifica in settembre. Successivamente, le capacità predittive del modello sono state messe alla prova confrontando il risultato della simulazione con dati rilevati nel 2003, per il quale non si avevano, tuttavia, informazioni così precise riguardo la somministrazione di mangime. I risultati, mostrati in figura 4, evidenziano, come è lecito attendersi, un minor accordo con i dati sperimentali, in quanto in questa simulazione i parametri del modello non sono stati adattati per raggiungere il miglior accordo con le osservazioni. Si nota una leggera sottostima del peso, le cui ragioni meritano senz'altro approfondimento. Alcuni spunti di riflessione sono offerti nella sezione successiva.

**Fig. 3. Confronto tra dati sperimentali rilevati nell'estate 2004 e modello in fase di stima del parametro ( $\beta = 0.275 \pm 0.07 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ).**

**Fig. 4. Confronto tra dati sperimentali e modello. I dati sperimentali e le forzanti si riferiscono all'anno 2003.**

## Discussione

I confronti presentati nelle figure 3 e 4 evidenziano che, in entrambi i casi, l'evoluzione temporale del peso secco calcolata mediante il modello si presenta qualitativamente simile a quella del peso medio registrato. L'accordo è quantitativamente molto buono per il 2004, in quanto il parametro  $\beta$  è stato adattato proprio per simulare quei dati, mentre i dati vengono sottostimati per il 2003. Queste evidenze suggeriscono, in primo luogo che la dipendenza dell'accrescimento dalla temperatura sia simulata in maniera piuttosto accurata dalla funzione (6) in tutto l'intervallo di temperatura fatta eccezione, forse, per il tratto tardo estivo, in cui il modello, curva continua, prevede un leggero calo di peso, non riscontrato nei dati. Tuttavia, se si considera anche l'errore standard del parametro, si ottengono le curve tratteggiate, ottenute introducendo nel modello rispettivamente il valore nominale diminuito e aumentato del suo errore standard. Come si può notare, quasi tutti i dati sperimentali rilevati nel 2003 si collocano nella banda tra le due curve, mentre la curva tratteggiata superiore è in grado di prevedere bene il peso finale anche per il 2003.

La discrepanza tra i due insiemi di dati sperimentali, tuttavia, potrebbe essere dovuto anche a fattori diversi dal differente andamento termico registratosi nei due anni. Di tali fattori, si potrà tener conto ampliando la presente indagine e definendo un modello di dinamica di popolazione, da accoppiare al modello di accrescimento, che consenta di prevedere non solo il peso medio dell'individuo ma anche l'evoluzione del numero di individui nel tempo e, quindi, la resa in biomassa. Infatti, i due cicli di allevamento si sono differenziati anche per: i) l'evoluzione dei parametri trofici e dell'ossigeno disciolto nei bacini di allevamento, ii) la densità di semina, che nel 2003 è risultata quasi la metà rispetto al 2004. Ciò può avere influenzato in maniera anche notevole la effettiva disponibilità di cibo nei due anni e, quindi, l'accrescimento. Per giungere ad una efficace parametrizzazione di questo effetto, sarebbe necessario mettere a punto esperimenti mirati per la calibrazione del parametro "k" in (3b) che, come si è detto, quantifica l'appetibilità e ed effettiva disponibilità di cibo. A questo riguardo, sarebbe necessario seguire l'accrescimento di piccoli lotti, alimentati con diverse quote di mangime ed, eventualmente, ripetere l'esperimento con mangime diverso. È inoltre probabile che anche l'ora di somministrazione del mangime possa essere un fattore da tenere in considerazione, in quanto il mangime potrebbe essere facilmente deperibile e l'alimentazione avviene nelle ore notturne.

Infine, potrebbe essere molto importante per la definizione del peso finale la prima fase di accrescimento, circa un mese, in cui ai gamberi non viene somministrato mangime: è interessante notare, infatti, che differenze non trascurabili in percentuale tra i tassi di accrescimento del 2003 e 2004 si sono registrate proprio in questo periodo. Per chiarire questo aspetto, sarebbe importante accoppiare al modello di dinamica di popolazione un modello che simuli i principali processi biogeochimici che hanno luogo nei bacini di allevamento. Tale modello potrebbe essere utilizzato anche per quantificare quale sia il contributo delle risorse alimentari aggiuntive fornite dalla fauna bentonica che si sviluppa spontaneamente nei bacini in seguito alla fertilizzazione.

## Rilievi conclusivi

I risultati presentati in questo lavoro, sebbene preliminari, evidenziano che il processo di costruzione, calibrazione e verifica di un modello matematico di accrescimento possa essere di grande utilità per razionalizzare i dati raccolti nella fase di sperimentazione di nuove pratiche di allevamento in acquacoltura. Il confronto tra i dati e il modello consente inoltre di pianificare con maggior efficacia ulteriori sperimentazioni, tese a migliorare le rese e ridurre l'impatto ambientale. Anche se alcune problematiche rimangono irrisolte, come si è sottolineato nella discussione, si ritiene che questo lavoro possa offrire interessanti spunti per proseguire la sperimentazione e giungere ad una miglior comprensione dei processi che influenzano la resa in biomassa e, quindi, la redditività di questa tipologia di allevamento.

## Bibliografia

- Burford M.A., Lorenzen K., 2004. Modeling nitrogen dynamics in intensive shrimp ponds: The role of sediment remineralization. *Aquaculture* 229 (1-4): 129-145.
- Kam L.E., Yu R., and Leung P., 2008. Shrimp Partial Harvesting Model: Decision Support System User Manual. Center for Tropical and Subtropical Aquaculture, U. Hawaii. CTSA Publication No. 153, 23 pp.
- Lumare, 1998. Crostacei peneidi: tecnica e gestione dell'allevamento. Manuale di divulgazione Serie Acquacoltura: 4, Ente di Sviluppo Agricolo del Veneto.
- McGraw W., Teichert-Coddington D.R., Rouse D.B., Boyd C.E., 2001. Higher minimum dissolved oxygen concentrations increase penaeid shrimp yields in earthen ponds. *Aquaculture* 199 (3-4), 311-321
- Stien L.H., Gytre T., Torgersen T., Sagen H., Kristiansen T.S., 2008. A system for online assessment of fish welfare in aquaculture. ICES CM 2008/R:18
- Zhu C., 2009. Application of a shrimp farm management model to three types of shrimp farms in South China. Trilateral symposium on aquaculture science among China, Japan and Korea, held in Guangzhou, China. Oct. 22, 2009.



# EFFETTI DELLE FLUTTUAZIONI AMBIENTALI SULLE CATTURE E SULLA MORTALITÀ ACCESSORIA DEI CROSTACEI IN ALTO ADRIATICO

**Saša Raicevich<sup>1</sup>, Otello Giovanardi<sup>1</sup>, Mariano Beltramini<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale,  
Loc. Brondolo, 30015 Chioggia (Venezia) - ITALY

<sup>2</sup> Dipartimento di Biologia, Università di Padova, Viale G. Colombo 3, 35131 Padova - ITALY,  
e-mail [sasa.raicevich@isprambiente.it](mailto:sasa.raicevich@isprambiente.it)

## **Abstract**

Le catture di crostacei marini in alto Adriatico sono soggette a fluttuazioni determinate da fattori ambientali come i cicli stagionali o da fenomeni critici quali, ad esempio, l'anossia. Inoltre lo stesso processo di pesca (con la fase di cattura e di esposizione all'aria durante le fasi di sorting) può determinare una mortalità accessoria sia nelle specie commerciali che in quelle appartenenti allo scarto. Sulla base di dati storici di sbarcato e di analisi sperimentali in campo e in laboratorio (prove di sopravvivenza, utilizzo di indicatori di stress) verranno discussi i processi ecologici e fisiologici che influenzano tali fenomeni ed i possibili interventi tecnici volti ad assicurare catture sostenibili e mortalità accessoria limitata.

# PRODUZIONE DI GIOVANILI DI ASTICE EUROPEO *HOMARUS GAMMARUS* (LINNAEUS, 1758) PER AZIONI DI RIPOPOLAMENTO ENTRO AREE MARINE CIRCOSCRITTE

Tiziano Scovacicchi<sup>1</sup>, Enrico Ferrero<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CNR-ISMAR (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Scienze Marine), Castello 1364/A, 30122 Venezia,  
e-mail: tiziano.scovacicchi@ismar.cnr.it

<sup>2</sup> Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Biologia, Via Giorgeri 10, 34127 Trieste,  
e-mail: ferrero@univ.trieste.it

**Keywords:** *Homarus gammarus*, spiny lobster, production of juveniles, restocking, Adriatic Sea, beachrock outcrop.

**Parole chiave:** *Homarus gammarus*, astice, produzione di giovanili, ripopolamento, Mare Adriatico, tegnue.

## Summary

Hatchery rearing of European lobster juveniles produced from ovigerous females collected in the Northern Adriatic Sea has been proved feasible in small-scale pilot plants. Due to the slow growing rates of this species and to practices associated to rearing, commercial culture of clawed lobster results to be not cost effective. However, in order to enhance or restock restricted marine areas small batches of juveniles can be adequate. Methods and technologies were established during two production cycles and schedules assessed to stock breeders and to hatch eggs and for larval grow out. During 200 d post hatch juveniles grew up to 20 mm CL (Carapace Length) with yields up to 28% of the initial stage IV individuals. Linear regressions between body weight and carapace length ( $BW = -2,59 + 0,29 CL$ ,  $R^2 = 0,91$ ), and CL and days from hatching (t) ( $CL = 6,46 + 0,07 t$ ,  $R^2 = 0,98$ ), were calculated. Periodical molts during growth between June and September occurred every 35 d on average and a statistically significant, higher molting frequency occurred during the new moon week.

## Riassunto

Nel corso del presente lavoro è stata accertata la fattibilità di impianti-pilota per la schiusa, l'allevamento larvale e l'ingrasso di giovanili di astice europeo, a partire da femmine ovigere catturate in Alto Adriatico. Dal punto di vista economico la produzione a fini commerciali di giovanili (e adulti) non è vantaggiosa a causa dei lenti tempi di crescita e di numerosi limiti associati alla gestione dell'avannotteria. Ma può essere comunque utilizzata con successo in programmi mirati di ripopolamento in regioni marine circoscritte (barriere artificiali, affioramenti rocciosi, riserve, tegnue). Nel corso di due cicli produttivi sono stati messi a punto tecnologie di allevamento e protocolli di alimentazione, allevando giovanili di astice fino a circa 200 gg post-schiusa (CL 20 mm), con rese fino al 28% rispetto agli individui di partenza (larve stadio IV). Sono state calcolate le regressioni lineari tra peso corporeo e lunghezza del carapace ( $BW = -2,59 + 0,29 CL$ ,  $R^2 = 0,91$ ), e tra CL e giorni dalla schiusa (t) ( $CL = 6,46 + 0,07 t$ ,  $R^2 = 0,98$ ). La periodicità di muta durante la stabulazione tra giugno e settembre è stata in media di 35 giorni. Nella settimana a cavallo della luna nuova è stata inoltre rilevata una frequenza più alta, e statisticamente significativa.

## Introduzione

Durante gli ultimi decenni le popolazioni alto-adriatiche di astice europeo *Homarus gammarus* (Linnaeus, 1758), un tempo abbondanti, si sono decisamente rarefatte, fino ad apparire prossime ad una definitiva scomparsa (Scovacicchi, 1998, 1999a, 1999b) a causa di anossie (Stefanon & Boldrin, 1980; Orel *et al.*, 1993) e formazioni di aggregati mucillaginosi (Alberighi *et al.*, 1991) ricorrenti, nonché, verosimilmente, del prelievo illegale da parte di un numero crescente di subacquei. Gli astici sono caratterizzati da tassi di crescita lenti e da cicli riproduttivi pluriennali, e raggiungono la maturità sessuale intorno alla taglia di 85mm CL (CL = carapace leng-

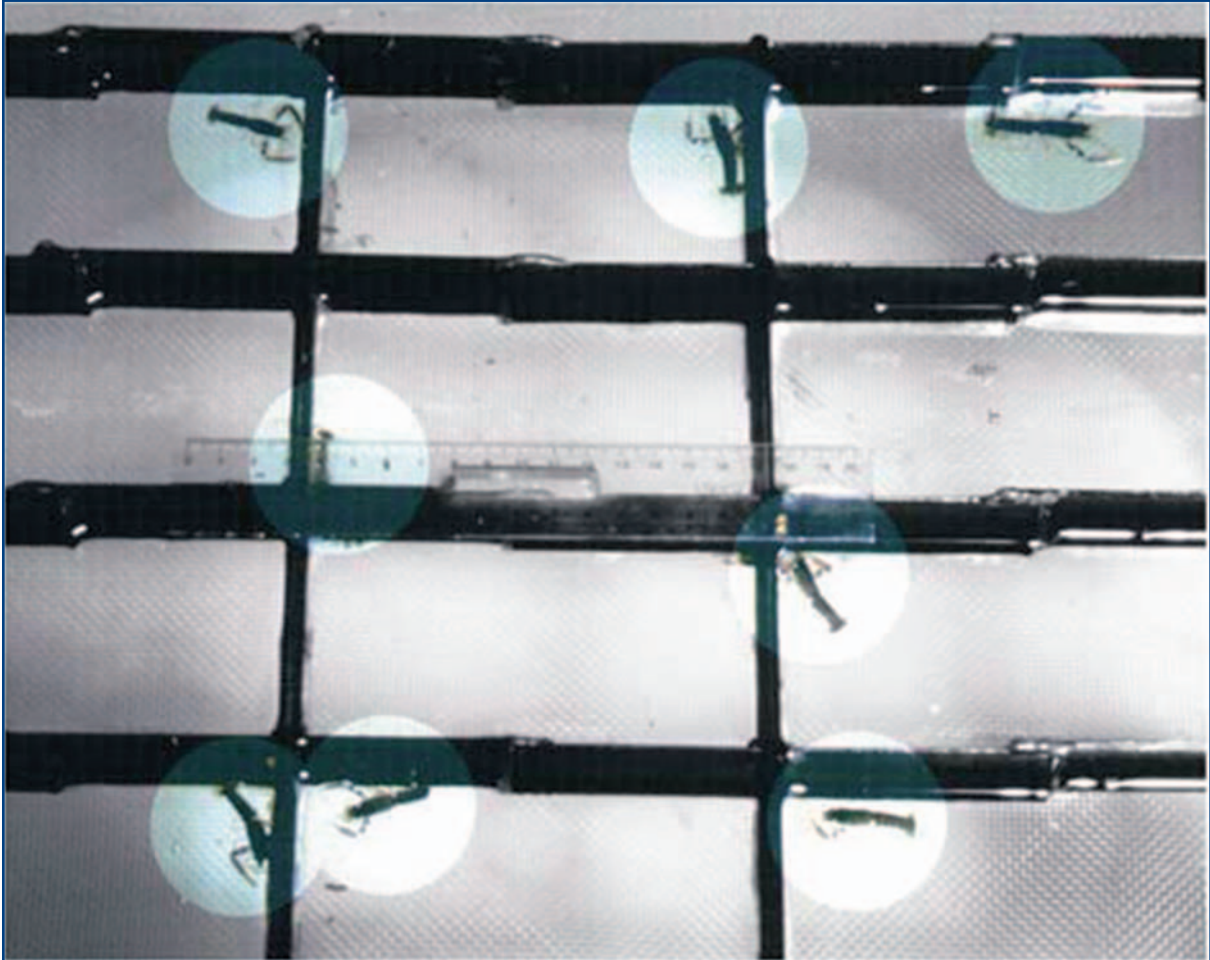
th, o lunghezza del carapace) (Aiken & Waddy, 1980). Nel ciclo di vita di questi animali, sulla base di caratteri morfologici, fisiologici, comportamentali ed ecologici si possono distinguere diversi momenti. Le uova fecondate rimangono adese agli arti addominali della madre per lunghi periodi di tempo (da 8 a 12 mesi) durante i quali ha luogo lo sviluppo embrionale (stadio naupliare incluso). Subito dopo la schiusa appare il primo di tre stadi larvali planctonici (I, II, e III) che, similmente agli stadi di zoea in altri crostacei, sono dotati di appendici natatorie (esopoditi di appendici toraciche) largamente sviluppate. La metamorfosi da stadio III a stadio IV corrisponde alla fine della vita larvale e all'acquisizione del definitivo habitus di vita bentonico. Gli astici sono stati poco studiati in Italia e raramente utilizzati sia in acquacoltura che nell'ambito della gestione e della salvaguardia della fascia costiera o di aree marine protette. Tuttavia, il successo, negli ultimi 25 anni, di numerose campagne di ripopolamento poste in essere attraverso il rilascio in mare di giovanili prodotti in avannotteria è ben documentato in letteratura (Rorvik & Tveite, 1982; van der Meeren *et al.*, 1990; Latrouite & Lorec, 1991; Burton, 1992, 1993; Bannister, 1995). Il presente lavoro tratta di produzioni-pilota di giovanili di astice europeo finalizzate alla realizzazione di esperimenti di rafforzamento degli stock entro aree marine circoscritte, quali, in particolare, le tagnùe alto-adriatiche (Stefanon, 1966; Mizzan, 1995), o ambienti ad esse assimilabili (barriere artificiali, aree protette). Assumendo come maggior fattore limitante le dimensioni della popolazione l'habitat (numero delle tane disponibili) (Polixeni, 1975), e viste le dimensioni ristrette e la distribuzione dispersa delle tagnùe, programmi di ripopolamento in Alto Adriatico avrebbero il vantaggio di non richiedere grandi numeri di individui da lanciare e di consentire azioni di rilascio e monitoraggio localizzate. Il lavoro di ricerca è stato in tal senso sviluppato utilizzando riproduttori autoctoni catturati in zone prossime a quelle di rilascio al fine di proteggere le peculiarità genetiche e adattative delle popolazioni rafforzate. Sono state perciò utilizzate femmine ovigere nord-adriatiche, con l'eccezione di un ciclo di produzione con animali provenienti dalla Gran Bretagna utilizzati a causa della persistente irreperibilità di riproduttrici locali e al solo fine di migliorare la messa a punto dei protocolli operativi in avannotteria (in questo caso i piccoli prodotti non sono stati lanciati in mare). I protocolli di stabulazione dei riproduttori, di allevamento larvale, e di ingrasso dei giovanili sono stati sviluppati allo scopo di produrre con successo quantitativi di giovanili da utilizzare in programmi di ripopolamento della specie in Alto Adriatico.

## Materiali e Metodi

Due cicli produttivi hanno caratterizzato le attività sperimentali. Durante il primo ciclo (1996-1997), presso l'impianto ittico di Veneto Agricoltura, a Pellestrina (Venezia), sono state utilizzate femmine ovigere alto-adriatiche. La fase finale di ingrasso dei giovanili è stata poi spostata ad Aurisina (Trieste), presso l'ex-Laboratorio di Biologia Marina, e i piccoli prodotti sono stati infine liberati sulla tagnùa Umberto D'Ancona, al largo di Venezia (Scovacicchi, 1998, 1999a, 1999b). Nel corso del secondo ciclo (1998-1999), per la persistente irreperibilità di astici del Golfo di Venezia o di Trieste, sono state utilizzate femmine ovigere provenienti dal Nord Europa. In questo caso le attività colturali sono state sviluppate interamente a Pellestrina allo scopo di affinare i protocolli produttivi già messi a punto.

Durante i due cicli produttivi da 1 a 2 femmine ovigere sono state stabulate in vasche circolari in vetroresina da 300 litri cadauna. L'acqua di mare veniva ricambiata in continuo (ciclo aperto) e la temperatura nelle vasche era in media di 1 °C superiore a quella del mare di fronte all'impianto. Le femmine ovigere sono state stabulate per circa 5 mesi dal momento della cattura (nov-dic) a quello della schiusa (feb-apr), e sono state alimentate ad libitum con mitili freschi sgusciati e bocconi di pesce fresco o surgelato. Poiché le larve hanno comportamenti spiccatamente cannibalistici le densità di stoccaggio non superavano mai l'intero batch riconducibile a 3 giorni di schiusa consecutivi e comunque le 25 larve/l. Temperatura, salinità, ossigeno disciolto e cataboliti azotati venivano monitorati 2 o 3 volte alla settimana sia nelle vasche di stabulazione degli adulti che in quelle per l'allevamento larvale e l'ingrasso dei giovanili. A partire dallo stadio IV i piccoli sono stati allevati e alimentati in vassoi galleggianti compartimentati in cellette individuali (Fig. 1). I vassoi sono stati realizzati con pannelli in ABS per soffittature, e organizzati in celle da 2,0x2,0 fino a 8,0x8,0 cm. I vassoi avevano uno sviluppo in altezza (spessore) pari a 4,0 cm, e il fondo del vassoio veniva incollato su una rete di plastica a maglie di 2,0 mm. La galleggiabilità era assicurata per mezzo di barrette in polistirolo. I diversi stadi larvali e la loro anatomia sono stati analizzati e fotografati allo stereomicroscopio ai fini del riconoscimento.

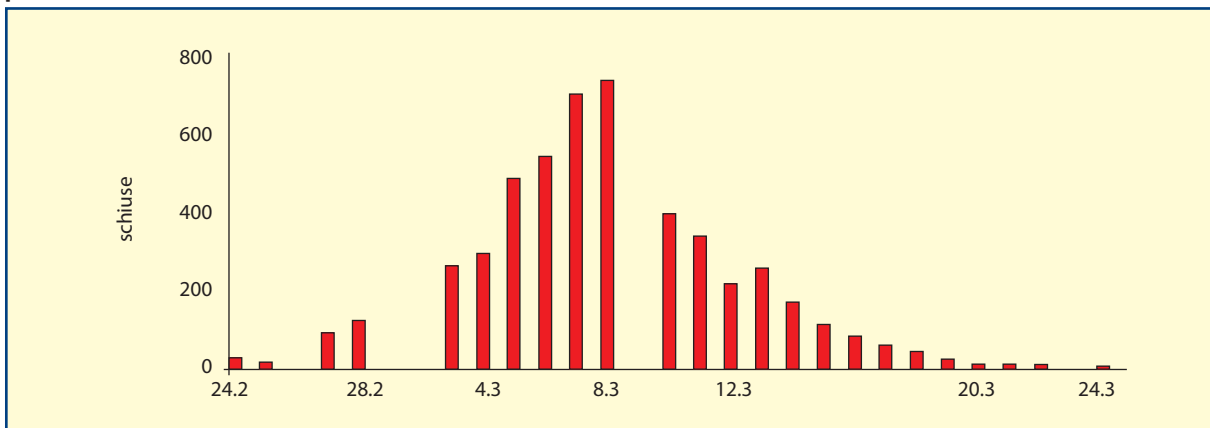
**Figura 1.** La spiccata propensione al cannibalismo di *Homarus gammarus*, rende necessaria per la fase di ingrasso l'adozione di vassoi galleggianti con compartimnti separati in forma di celle individuali.



*Primo ciclo (1996-1997)*

Femmine ovigere di provenienza alto-adriatica sono state stabulate alla fine del 1996. Una in particolare (peso corporeo, o BW 1.450 g, CL 120 mm), catturata al largo di Caorle (Venezia) e trasportata a Pellestrina, ha mantenuto le uova adese all'addome fino al febbraio 1997, quando è iniziata la schiusa (Fig. 2). Quest'ultima era prevalentemente notturna, con picchi intorno alla mezzanotte e al giorno di luna nuova. Temperatura e salinità durante la schiusa si sono mantenute a circa 19,0 °C e 34,0 ppt. Le larve erano prelevate con un colino da

**Figura 2.** Numero di schiuse giornaliere riferite ad una femmina ovigera registrate nel 1997 nel corso del primo ciclo produttivo a Pellestrina.

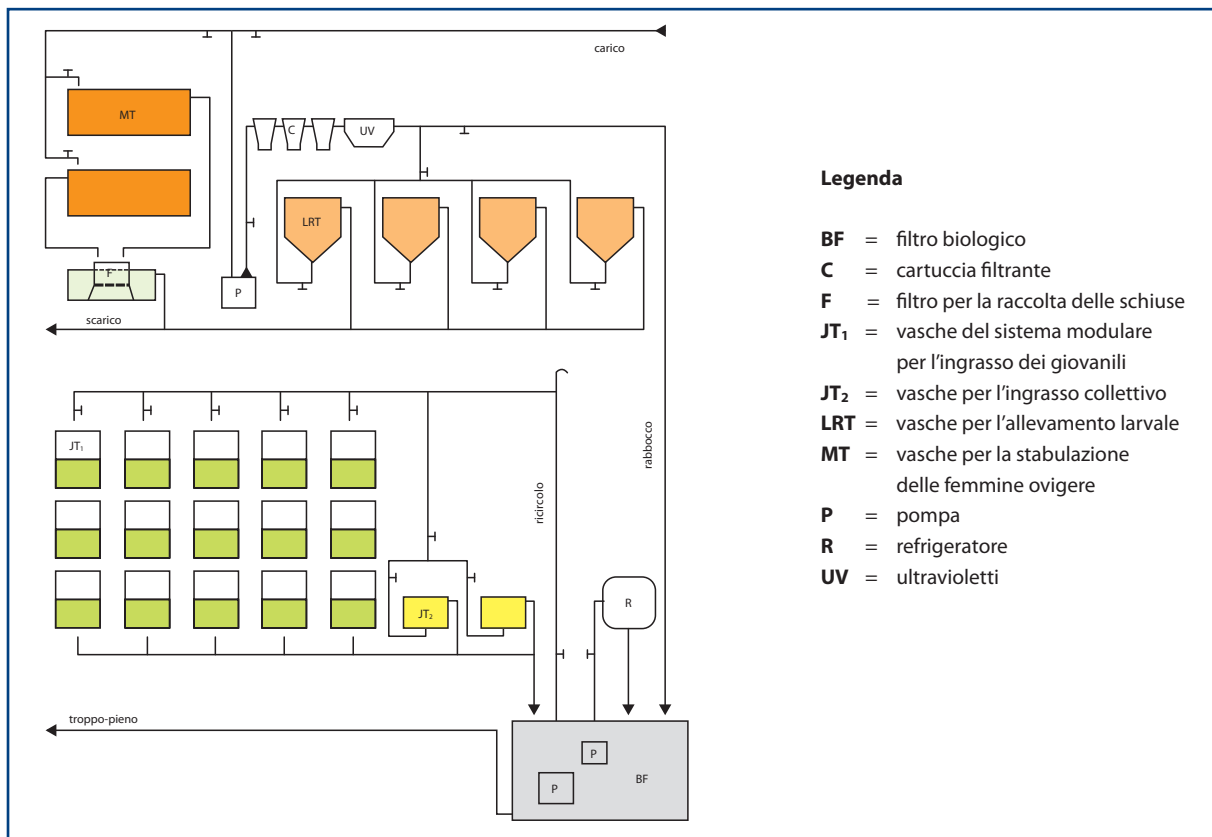
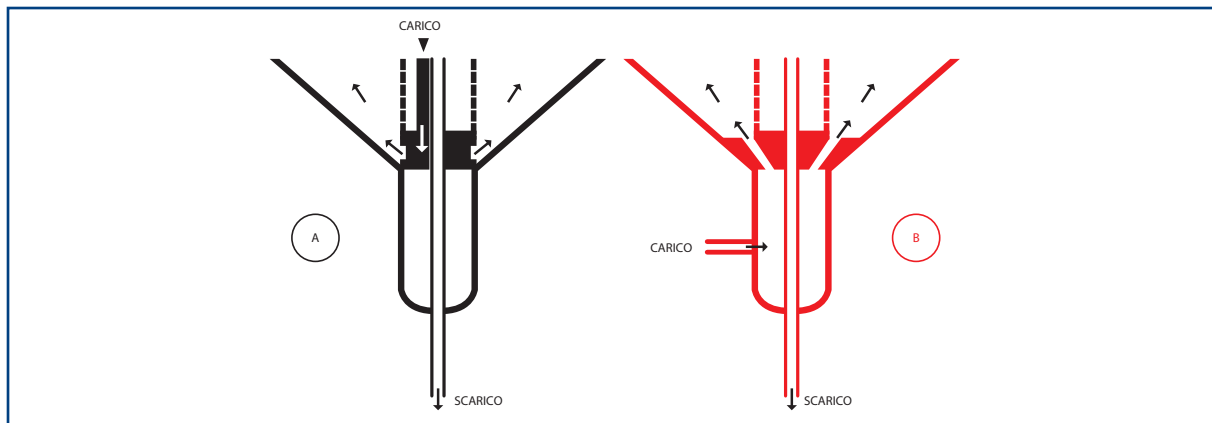


tè direttamente dalla vasca della madre (il cui troppo-pieno era stato protetto con un filtro in rete). Erano poi trasferite in vasche per l'allevamento larvale cilindro-coniche, in vetroresina, da 80 l, con flusso dal basso verso l'alto. La temperatura dell'acqua in questa fase era intorno a 19,0 °C, ed è purtroppo salita, durante l'ingrasso dei giovanili, oltre i 22 °C. La salinità si è attestata a 34 ppt, l'OD è stato sempre prossimo ai valori di saturazione, l'ammoniaca è risultata presente solo in tracce (<0,1 mg/l). L'allevamento larvale dei batch di schiusa successivi è proseguito per 4 settimane. Raggiunto lo stadio IV, al passaggio da comportamenti planctonici a comportamenti bentonici, 250 individui sono stati trasferiti ai vassoi galleggianti, e alloggiati individualmente in celle di 25 cm<sup>2</sup> cadauna. I vassoi galleggiavano alla superficie di alcune vasche tronco-coniche in vetroresina di ca. 2,0 m<sup>3</sup>. Gli stadi da I a IV sono stati alimentati in sequenza con: 1. nauplii di Artemia, 2. mitili tritati, 3. adulti di Artemia e Mysis congelati. A partire dallo stadio IV la dieta veniva variata con carne tritata di crostacei, alimenti per animali da acquario, scarti di pesce. Nel tempo, con la primavera, la temperatura dell'acqua superava i 22 °C provocando dei primi eventi di mortalità. La messa in opera di un refrigeratore per acqua (Teco, Ravenna; 860 W, 25 °C/3.000 l, 20 °C/1.500 l) che manteneva la temperatura a valori non superiori ai 20 °C ha risolto il problema. A fine giugno 1997 l'impianto di Pellestrina, a causa di urgenti lavori di ristrutturazione e disinfezione, è stato provvisoriamente chiuso e i piccoli di astice trasferiti giocoforza presso il Laboratorio di Biologia Marina di Aurisina (Trieste). Il trasferimento, durato ca. 4 ore, è stato effettuato senza perdite il 27.6.1997. I giovanili sono stati impacchettati in sacchetti di polietilene riempiti con 400 ml di acqua e 1.100 ml di ossigeno puro. I sacchetti venivano poi sistemati in cartoni di polistirolo mantenuti con pani di ghiaccio. Ad Aurisina, i vassoi per l'ingrasso erano collocati in vasche rettangolari di ca. 3 m<sup>3</sup> equipaggiate con un sistema filtrante a ricircolo semi-chiuso. La temperatura dell'acqua era mantenuta a 19,0 °C ca. per mezzo del citato refrigeratore 'Teco' e la salinità era dell'ordine delle 34,0 ppt. L'acqua veniva ricircolata attraverso un filtro biologico con poche aggiunte di acqua marina. L'OD era prossimo alla saturazione, e i cataboliti azotati presenti solo in tracce (ammoniaca <0,2 mg/l, nitriti e nitrati tra 0,2 e 0,6 mg/l). La dieta era a base di mitili e/o gamberi tritati. I quantitativi di alimento settimanali erano surgelati in porzioni giornaliere che venivano poi date ai piccoli quotidianamente. Ogni individuo era giornalmente ispezionato in rapporto allo stato di muta; tra luglio e settembre sono state conteggiate n = 253 mute ed è stata calcolata la durata media del periodo intercorrente fra due mute successive.

#### *Secondo ciclo (1998-1999)*

Nel secondo ciclo produttivo l'avannotteria è stata riassetata secondo lo schema riportato in Fig. 3, all'interno di un locale chiuso di 23,0 m<sup>2</sup>, con l'obiettivo di produrre 300 giovanili ca. Al sistema originale è stata aggiunta una piccola vasca rettangolare da 80 l per la raccolta dei flussi di scarico dalle due vasche di stabulazione delle femmine ovigere. In questa vasca, al cui interno era posto un filtro di raccolta, venivano fatte confluire le larve appena schiuse. Delle 4 vasche per l'allevamento larvale (in vetroresina, cilindro-coniche, da 80 l, con flusso ascendente spirale), tre erano attrezzate secondo Hughes *et al.* (1974) (Fig. 4, A) (sono state cortesemente fornite da W. Wales, University of Stirling, UK), e la quarta secondo Beard & Wickins (1992) (Fig. 4, B) (cortesemente fornita da C.A. Burton, Sea Fish Industry Authority, Marine Farming Unit, Ardtoe, UK). Per ingrassare gli stadi IV è stato utilizzato un sistema modulare di vasche a bocca di lupo in polipropilene, incolonnate l'una sull'altra. Ogni vasca (397x640x280 mm LxPxH) occupava un volume di ca. 60 l (35 l d'acqua) e presentava una superficie d'acqua utile di ca. 2.200 cm<sup>2</sup> per la posa di un vassoio di ingrasso a 28 celle da 8,0x8,0 cm o a 14 celle da 16,0x8,0 cm. Il sistema modulare era costituito da un totale di 21 contenitori allineati in colonne di 3 contenitori cd. per una produzione teorica di 14x21=294 giovanili. Durante ogni fase del processo culturale si può ricorrere a sistemi di ricambio aperto (allevamento larvale), o a ricircolo (ingrasso). In entrambi i casi l'acqua in arrivo all'avannotteria poteva essere filtrata e disinfettata per mezzo di cartucce filtranti da 10 a 100 µm, e di un sistema per la disinfezione a UV. L'acqua ricircolata attraversava un filtro biologico di 1,2 m<sup>3</sup>, ed era raffreddata per mezzo di refrigeratore (questo che poteva essere collegato a qualsiasi settore produttivo, dalla stabulazione adulti, alla sezione per l'allevamento larvale, all'ingrasso dei giovanili). Oltre al sistema di vasche impilate sono state allestite due vasche rettangolari da 72 l (640x400x280 mm LxPxH) per l'ingrasso collettivo. Ogni vasca era dotata di un doppio-fondo e il carico era a flusso ascendente. Sul doppio fondo, ricoperto di tessuto in fibra poliestere, veniva adagiata una rete estraibile con maglie di 3,0 mm. Gusci di conchiglie (*Chlamys* spp.), ghiaia fine e sabbia erano infine adagiati sulla rete per offrire i piccoli astici tane diversificate sia per tipologia che per volume occupabile. Quattro femmine ovigere (medie BW 937g±145ds, CL 102mm±37ds) provenienti dal Sud della Gran Bretagna sono arrivate a Pellestrina il 12.9.1998 e la schiusa è iniziata dopo ca. 8 mesi, alla fine di aprile 1999 (Fig. 5). Durante la schiusa la temperatura ha seguito il trend riportato in Fig. 5 e la

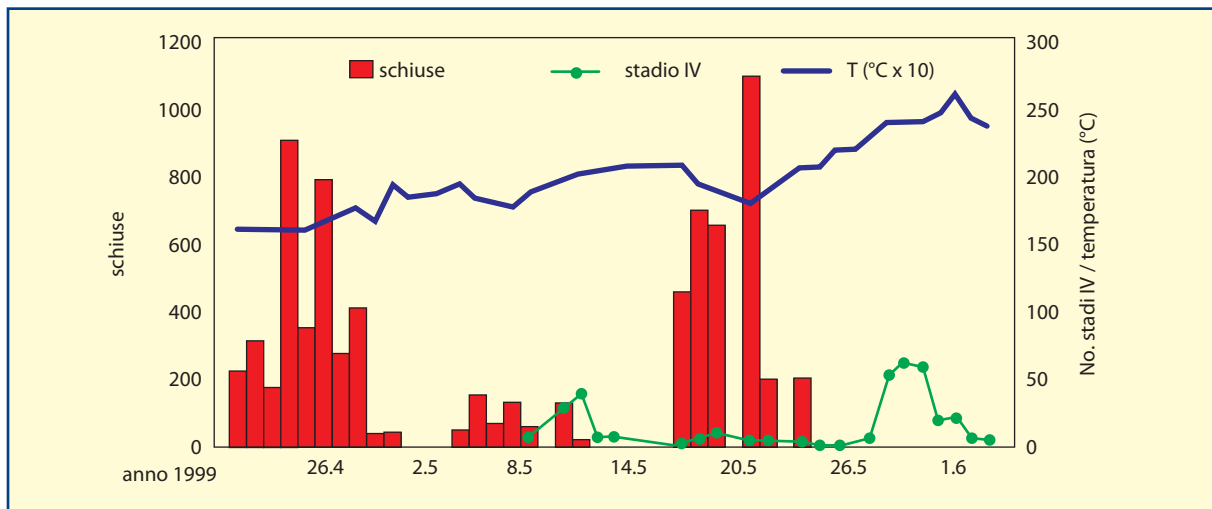


**Figura 3. Avannotteria messa in opera durante il secondo ciclo produttivo (1998-99) a Pellestrina (scla 1:40 ca.)**

**Figura 4. Vasche tronco-coniche da 80 l per l'allevamento larvale utilizzate nel secondo ciclo produttivo a Pellestrina. Sezione trasversale: (A) Hughes et al. (1974), (B) Beard & Wickins (1992).**


salinità si è attestata a ca. 34,0 ppt. Le larve raccolte erano trasferite alle vasche per l'allevamento larvale, e qui alimentate con nauplii di *Artemia* vivi, adulti di *Artemia* congelati e mitili freschi tritati. Inizialmente gli stadi IV erano trasferiti nei vassoi galleggianti alloggiati nel sistema modulare a vasche incolonnate. Una volta testato in ordine alla praticità di ispezione, rimozione e pulizia dei vassoi, si è passati all'uso dei 2 contenitori da 72 l per l'ingrasso collettivo. Dallo stadio IV in avanti i giovanili venivano alimentati con nauplii vivi di *Artemia*, adulti congelati di *Artemia*, mitili freschi e piccoli crostacei (*Palaemon*, *Crangon*, *Carcinus*) tritati, pesce (*Atherinidae*), diete per animali da acquario, scarti vari di pesce. Durante l'allevamento larvale la temperatura è variata fra 18,0 e 22,5 °C, mentre durante l'ingrasso si è mantenuta a 19,0 °C. La salinità è stata sempre di 34,0 ppt. L'acqua in arrivo all'intero sistema di ingrasso (vasche modulari e vasche per l'allevamento collettivo) veniva ricircolata attraverso un filtro biologico di 1,2 m<sup>3</sup> (con saltuarie aggiunte di acqua di mare), e mantenuta a temperatura costante. L'ossigeno disciolto era prossimo alla saturazione e l'ammoniaca presente solo in tracce (<0,1 mg/l).



**Figura 5. Schiuse e raccolta giornaliera di larve stadio IV, e andamento della temperatura durante il secondo ciclo produttivo a Pellestrina (dati riferiti a 4 femmine ovigere) (i valori di temperatura sono moltiplicati x 10 al solo fine di renderli visibili nel grafico).**



## Risultati

### Primo ciclo (1996-97)

Dal 24.2.1997 al 23.3.1997 la resa totale delle schiuse dalla femmina ovigera alto-adriatica è stata di 4.886 larve stadio I (Fig. 2). L'intero ciclo, da stadio I a stadio IV, è durato ca. 10 giorni ed ha implicato una raccolta di oltre 2.000 larve stadio IV (40%). Tuttavia, a causa della limitata disponibilità di spazi e dell'onerosa gestione dell'avannotteria, solo 250 postlarve sono state trasferite ai vassoi galleggianti per l'ingrasso. Durante la primavera, quando la temperatura dell'acqua si è portata a valori superiori ai 22,0 °C pochi individui ma di dimensioni relativamente grandi (12 mm CL) hanno cominciato a morire. Si trattava di mortalità ricorrenti a carico di 1-4 giovanili in fase di muta al giorno. Il fenomeno si è arrestato non appena l'impianto di refrigerazione dell'acqua è stato attivato e la temperatura riportata e mantenuta a 19,0-20,0 °C. Il 27.6.1997, 150 giovanili sopravvissuti (medie BW 0,9 g, CL 12 mm) (Fig. 6) sono stati trasferiti ad Aurisina. Qui è proseguito l'ingrasso con pasture a base di mitili e gamberi tritati. Le rese finali a fine ingrasso, dal 28.6.1997 (111 gg dalla schiusa) al 30.9.1997 (205 giorni dopo la schiusa) sono riportate in Tab. 1.

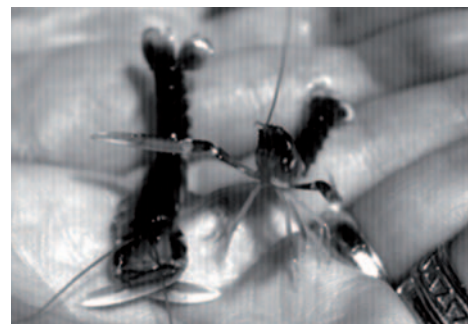
**Tabella 1. Parametri biometrici rilevati durante l'ingrasso presso il Laboratorio di Biologia Marina di Aurisina (Trieste) in due campioni di giovanili di astice. BW peso corporeo, CL lunghezza del carapace, CW larghezza del carapace, ds deviazione standard, TL lunghezza totale.**

Data	n	Età (gg)	Statistiche	BW (g)	CL (mm)	CW (mm)	TL (mm)
25.7.1997	n = 50	138 ca.	media ds min - max	1,70 0,46 0,75 - 2,60	15 1,23 11 - 17	7 0,92 4 - 9	38 3,29 28 - 43
24.9.1997	n = 13	199 ca.	media ss min - max	/ / /	20 1,51 18 - 22	11 1,56 9 - 13	57 4,50 50 - 64

Sul campione del 25.7.1997 è stata calcolata la regressione lineare tra peso corporeo e lunghezza del carapace:

$$BW = -3,38 + 0,34 CL, \text{ con } R^2 = 0,84$$

Per ridurre al minimo le procedure manipolative e le perdite di animali causate da ogni possibile forma di stress (vedi discussione su MDS alla fine di questa sezione) durante le successive biometrie (24.9.1997) è stato misurato un numero ridotto di parametri su un campione di soli 13 animali (Tab. 1). Ad Aurisina è stata registrata la frequenza giornaliera di muta e si sono calco-



lati gli intervalli tra due mute consecutive per singolo individuo. Le durate del primo, ed eventualmente del secondo periodo di intermuta sono risultate pari a  $36,2\text{giorni} \pm 13,2\text{ds}$  ( $n=89$ ) e  $34,7\text{giorni} \pm 11,1\text{ds}$  ( $n=40$ ), rispettivamente. Non si è riscontrata una differenza significativa tra la durata dei due intervalli. La distribuzione della frequenza di muta in questo periodo dell'anno indica un possibile ritmo lunare, che suggerisce una sincronizzazione ciclica endogena sotto controllo ormonale (Ferrero *et al.*, 2000 e 2002). Questa fase colturale si è conclusa a fine settembre quando si è avuto un picco repentino di mortalità il 24 e il 25 di quel mese, con frequenza di muta più elevata. I precedenti tassi di mortalità erano stati bassi; negli 89 giorni dal 28.6.1997 (secondo giorno dall'arrivo ad Aurisina) al 24.9.1997 sono morti 19 individui (0,21 individui/giorno), mentre nei 7 giorni dal 24.9.1997 al 30.9.1997, ne sono morti 42 (6,0 individui/giorno). Queste perdite hanno ridotto drasticamente il numero ( $n=70$ ) di giovanili destinati al rilascio in mare, portando la resa finale del sistema al 28% (stadi IV dalla partenza). Fino allo scoppio della mortalità massiva gli animali apparivano sani e vitali, esibendo colorazioni brillanti e comportamenti normali durante le operazioni di alimentazione e di pulizia delle celle, il che non ha consentito di cogliere indizi premonitori di quanto si sarebbe poi manifestato. Campioni di individui morti e morenti sono stati analizzati dal Laboratorio di Ittiopatologia (Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, Udine) che ha diagnosticato assenza di infezioni da parassiti, batteri e virus. Il quadro clinico è stato tuttavia ricondotto alla MDS (Molt Death Syndrome, o Sindrome di Mortalità per Muta) (C.A. Burton, comunicazione personale; Brock, 1993).

#### Secondo ciclo (1998-99)

Dal 21.4.1999 al 24.5.1999 le schiuse prodotte dalle 4 femmine ovigere atlantiche hanno dato in totale 7.474 larve stadio I (1.868 larve/femmina) (Fig. 5). Il ciclo larvale, da stadio I a stadio IV, durato da 10 a 15 giorni. Tre vasche per l'allevamento larvale attrezzate secondo Hughes *et al.* (1974) (Fig. 4, A) ricevevano 4.978 schiuse e restituivano 149 postlarve stadio IV (2,9%). Alla vasca attrezzata secondo Beard & Wickins (1992) (Fig. 4, B) andavano invece 2.496 schiuse di cui sopravvivevano, raggiungendo lo stadio IV, 211 individui (8,5%). In questa vasca è stato anche riscontrato il tasso di sopravvivenza più elevato, da stadio I a stadio IV, con un picco del 14,5% in corrispondenza della prima immissione. 360 individui (149+211) hanno raggiunto lo stadio IV (4,8%) e sono stati inizialmente trasferiti nei vassoi galleggianti all'interno delle vasche a bocca di lupo del sistema modulare. Tuttavia, la gestione di tale sistema si è rivelata complessa, onerosa, e a volte perfino problematica dal punto di vista igienico-sanitario. Le prime 184 larve stadio IV sono state trasferite in 7 vassoi a 28 celle, in 7 delle 21 vasche impilate del sistema modulare. Durante l'ingrasso si è registrato un tasso di mortalità del 6,0% (11 individui), mentre 21 animali sono stati sacrificati per analisi di laboratorio. Il sistema modulare di ingrasso è stato testato per 3 settimane e una volta evidenti le difficoltà gestionali sono state preparate le due vasche da 72 l per l'allevamento collettivo. Individui di diversa taglia ed età sono stati qui immessi; si trattava di larve stadio IV di uno o più giorni di età provenienti dai vassoi galleggianti compartimentati, e da larve stadio IV raccolte dalle vasche per l'allevamento larvale (176 stadi IV dalla fine di maggio all'inizio di giugno). Le due vasche per l'allevamento collettivo ricevevano così 328 stadi IV (184-11-21+176) che sono stati ingrassati fino al 29.7.1999, quando si è proceduto alla raccolta e all'analisi biometria dei 38 individui sopravvissuti (Tab. 2).

**Tabella 2. Parametri biometrici rilevati al termine del secondo ciclo di ingrasso su 38 giovanili allevati nelle vasche di ingrasso collettivo. BW peso corporeo, CL lunghezza del carapace, ds deviazione standard.+**

Data	n	Età (gg)	Statistiche	BW (g)	CL (mm)
29.7.1999	n=38	60 ca.	media	0,49	10,8
			ds	0,32	1,74
			min - max	0,10 - 1,30	8,0 - 14,0

Anche in questo caso è stata calcolata la regressione lineare tra peso corporeo e lunghezza del carapace:

$$BW = -1,41 + 0,18 CL, R^2 = 0,89$$

Il tasso di sopravvivenza finale è stato pari al 11,6% (38/328).

### Risultati generali

Sono state calcolate le regressioni lineari tra BW e CL, e tra CL e giorni dalla schiusa (t). A tale scopo si sono utilizzati tutti i dati biometrici disponibili, relativi a entrambi i cicli di ingrasso. Si sono ottenute in tal modo le seguenti equazioni (Fig. 7):

$$BW = -2,59 + 0,29CL, R^2 = 0,91$$

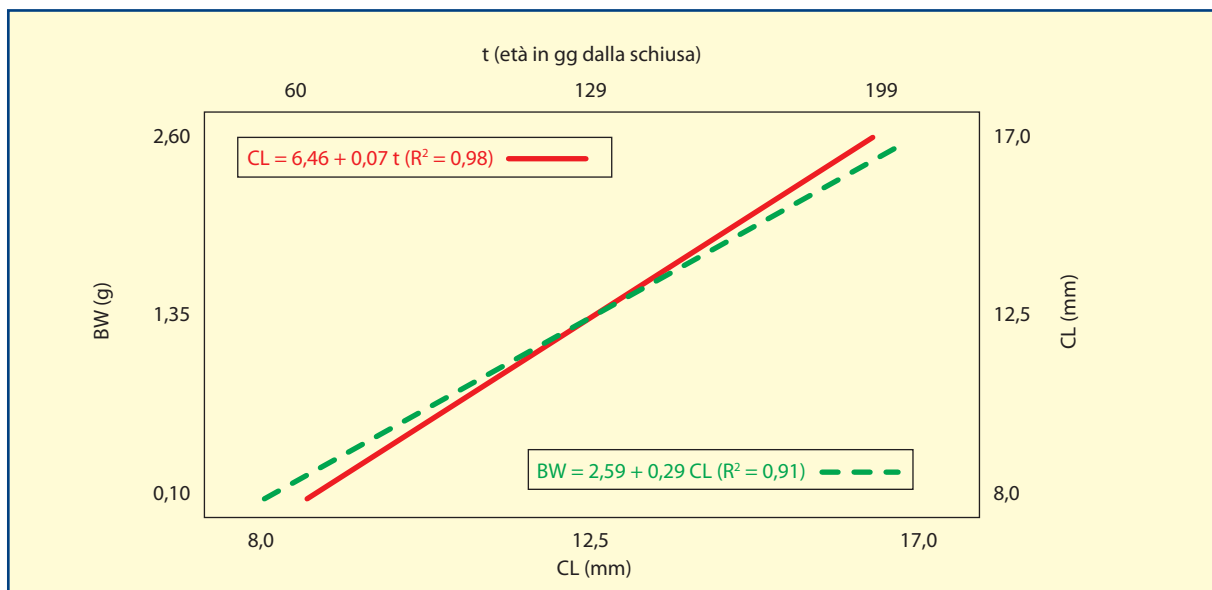
$$CL = 6,46 + 0,07t, R^2 = 0,98$$

Per facilitare l'identificazione degli stadi larvali, i principali caratteri morfologici che li contraddistinguono sono stati fotografati al microscopio (Scovacicchi, 1999b). Alcuni esempi vengono riportati in Fig. 8, e presentati in associazione ai modelli comportamentali associati funzionalmente ai diversi stadi (Tab. 3).

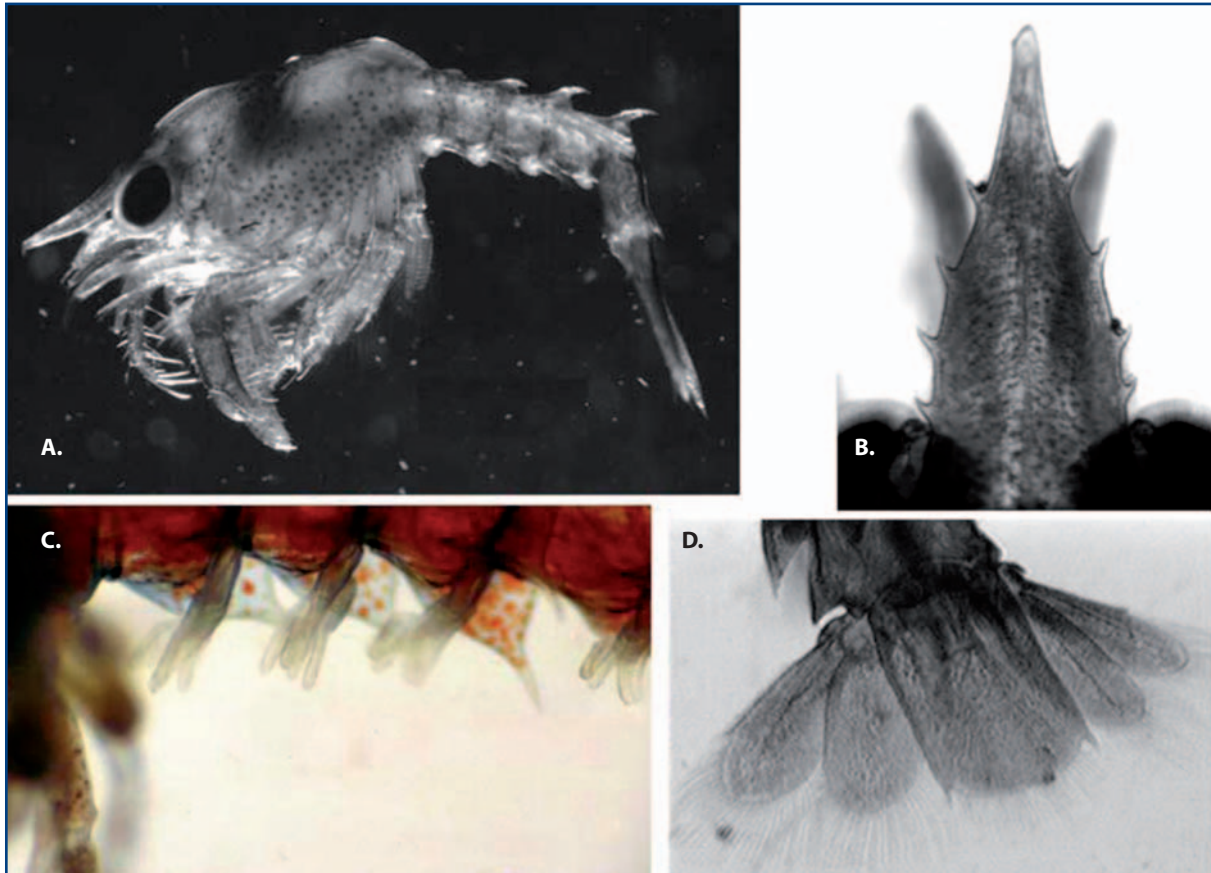
**Tabella 3. Particolari anatomici e comportamenti che caratterizzano i differenti stadi larvali di *Homarus gammarus*.**

CARATTERE	STADIO I	STADIO II	STADIO III	STADIO IV
NUOTO PER MEZZO DI	Appendici toraciche	Appendici toraciche	Appendici toraciche	Pleopodi
FOTOTASSI	Positiva	Positiva	Positiva	Negativa
FORMA DI VITA	Planctonica	Planctonica	Planctonica	Bentonica
PEREIOPODI CON ESOPODITI SVILUPPATI	Presenti	Presenti	Presenti	Assenti
PLEOPODI	Assenti (rudimenti)	Presenti (senza setae)	Presenti (con setae)	Presenti e funzionali
ROSTRO	Senza denti	Senza denti	Senza denti	Dentato
SECONDE ANTENNE	Non sviluppate in lunghezza	Non sviluppate in lunghezza	Non sviluppate in lunghezza	Sviluppate in lunghezza
UROPODI	Assenti	Assenti	Presenti	Presenti
TELSON	Estremità concave con spina centrale	Estremità concave con spina centrale	Estremità leggermente convesse con spina centrale	Estremità convesse senza spina centrale

**Figura 7. Regressioni lineari tra peso corporeo (BW) e lunghezza del carapace (CL), e tra CL ed età (t), espressa in giorni dalla schiusa, derivate dai dati biometrici rilevati nei due cicli produttivi.**



**Figura 8. Stadi larvale di *Homarus gammarus*. A. stadio I, larva appena schiusa; B. stadio II (particolare dei pleopodi); C. stadio III (rostrò dentellato); D. stadio IV (telson a bordi convessi).**



## Discussione e Conclusioni

I piccoli astici prodotti nei due cicli in due rispettivi lotti sono cresciuti oltre 20 mm CL e 10 mm CL in soltanto 6 e 2 mesi, rispettivamente. I tassi di sopravvivenza da schiusa a larva stadio IV sono risultati elevati durante il primo ciclo (ca. 41,0%) e assai più bassi durante il secondo (ca. 5,0%). Le rese finali, da stadio IV a giovanile (raccolto) sono state pari al 28,0% al primo ciclo e all'11,6% al secondo. La percentuale riferita al secondo ciclo è solo indicativa poiché in questo caso nelle vasche di ingrasso sono stati immessi tanto individui relativamente grandi provenienti dai vassoi, quanto postlarve stadio IV appena metamorfosate provenienti dalle vasche per l'allevamento larvale. Ipotizzando che il 50,0% delle 176 larve stadio IV immesse direttamente sia stato predato dagli individui di taglia maggiore, il tasso finale crescerebbe dall'11,6% al 15,8% [38/(328-88)]. In letteratura sono riportati tassi di sopravvivenza da schiusa a stadio IV piuttosto variabili (Castell, 1977; Hencoque & Lorec, 1979; Kittaka, 1990). Burton (1992) parla di un range fra il 5,0% e il 30,0%, con valori medi del 10,0% per avannotterie ad inizio attività. L'improvvisa e sincrona mortalità da MDS è stata caratterizzata da muta difettosa o incompleta che portava al decesso per accumulo di fattori stressanti durante il periodo di intermuta. Si pensa che tali fattori siano in relazione con carenze alimentari, bassa qualità dell'acqua e/o acqua inquinata, o alte densità di stoccaggio (Brock, 1993; Cobb, 1995; Ennis, 1995). La produzione di giovanili è stata fortemente condizionata dalle difficoltà gestionali legate all'operatività dell'avannotteria. Le cure dovute singolarmente ad ogni animale allevato rendono infatti dispendioso e complesso il lavoro colturale. Ma la produzione, per quanto impegnativa, può essere realizzata con successo nell'ambito di azioni di ripopolamento su piccola scala in aree marine circoscritte. Questo è stato fatto nel caso del primo ciclo produttivo, liberando sulla tegna Umberto D'Ancona diverse decine di giovanili (Scovacricchi, 1999b). I dati in relazione ad una possibile ritmicità circadiana della schiusa (di tipo ciclico mensile) possono risultare utili ai fini della raccolta delle larve, della scelta dei tempi di monitoraggio della crescita, e anche per prevenire fattori di stress potenzialmente dannosi alla fisiologia in rapporto con la muta.

## Ringraziamenti

Gli autori ringraziano il Ministero per le Politiche Agricole e Forestali per il supporto finanziario erogato in favore dei progetti 4C056 e 4C057 da cui trae origine il presente lavoro; la Cooperativa Ittica Caorlese (Caorle, Venezia), Veneto Agricoltura (Pellestrina, Venezia), l'ex-Laboratorio di Biologia Marina (Aurisina, Trieste); il Laboratorio di Ittiopatologia (IZSV, Udine); C.A. Burton (SFIA, UK), N. Privileggi, S. Lorenzon e P.G. Giulianini (Dipartimento di Biologia, Università di Trieste) per la collaborazione prestata a vario titolo.

## Bibliografia

- Aiken D.E. & Waddy S.L., 1980. Reproductive biology. In: 'The Biology and Management of Lobsters', edited by J.S. Cobb & B.F. Phillips, published by Academic Press, New York, Vol. 1, pp 215-276.
- Alberighi L., Bertaglia R., Berti L., Bianchi F., Cioce F., Piergallini G., Socal G. & Trevisan M., 1991. Distribuzione dei parametri idrologici, dei nutrienti disciolti e della biomassa fitoplanctonica (1988). In: 'Piano per il Rilevamento delle Caratteristiche Qualitative e Quantitative dei Corpi Idrici della Regione Veneto. Qualità delle Acque Marine di Balneazione nella Regione Veneto. Anni 1988-1990', Regione del Veneto, Segreteria Regionale per il Territorio, Dipartimento per l'Ecologia e la Tutela dell'Ambiente, Cannaregio, Venezia, pp. 91-176.
- Bannister C., 1995. Lobster stocking: progress and potential. Significant results from U.K. lobster restocking studies 1982 to 1995. MAFF Dir. of Fisheries Res., Fisheries Laboratory, Lowestoft, 11 pp.
- Beard T.W. & Wickins J.F., 1992. Techniques for the production of juvenile lobsters (*Homarus gammarus* (L.)). MAFF Fisheries Research Technical Report, 92, 22 pp.
- Brock J.A., 1993. A synopsis of pathology, diseases, and production problems of cultured *Macrobrachium*, with an emphasis on experiences in Hawaiian prawn farming. In: 'Handbook of Mariculture', 2nd edition, Vol. 1, Crustacean Aquaculture, edited by McVey J.P., pp. 361-486.
- Burton C.A., 1992. Techniques of lobster stock enhancement. Seafish Report No. 396, Sea Fish Industry Authority, Marine Farming Unit, Ardtoe, U.K., 55 pp.
- Burton C.A., 1993. The U.K. lobster stock enhancement experiments. Proc. 1st British Conf. on Artificial Reefs and Restocking, Stromness, 12 Sept. 1992, Ed. Baine M., Intern. Centre for Island Technology, Inst. of Offshore Engineering, Heriot-Watt University, Edinburgh, pp. 22-35.
- Castell J.D., 1977. Production of juvenile lobsters (*Homarus americanus*) for nutrition research. ICES Working Group on Mariculture, Brest, 1977. 6 pp mimeo.
- Cobb J.S. 1995: Interface of ecology, behaviour, and fisheries. In: 'Biology of the lobster *Homarus americanus*', edited by J.R. Factor, published by Academic Press, San Diego, pp. 139-149.
- Ennis G.P. 1995 Larval and postlarval ecology. In: 'Biology of the lobster *Homarus americanus*', edited by J.R. Factor, published by Academic Press, San Diego, pp. 23-43.
- Ferrero E., Privileggi N. & Scovacricchi T., 2000. Does lunar cycle affect molting frequency of reared lobster juveniles ? Aqua 2000, Nice, France, May 2-6, 2000. (accepted abstract)
- Ferrero E., Privileggi N., Scovacricchi T. & Van Der Meeren G., 2002. Does lunar cycle affect clawed lobster egg hatching and moulting frequency of hatchery-reared juveniles ? Ophelia: 56(1): 13-22.
- Hencoque Y. & Lorec J., 1979. General policy on lobster restocking in France. "Aquaculture Extensive et Repeuplement", Centre Oceanologique de Bretagne, Brest. 29-30 May 1979.
- Hughes J.T., Shleser R.A. & Tchobanoglous G., 1974. A rearing tank for lobster larvae and other aquatic species. The Progressive Fish-Culturist, Vol. 36, No. 3, July, 129-132.
- Kittaka J., 1990. Present and future of shrimp and lobster culture. Advances in Invertebrate Reproduction, 5, 11-21.



- Latrouite D. & Lorec J., 1991. L'expérience française de forçage du recrutement du homard européen (*Homarus gammarus*): résultats préliminaires. ICES Mar. Sci. Symp., 192: 93-98.
- Mizzan L., 1995. Le Tegnùe. Substrati solidi naturali del litorale veneziano: potenzialità e prospettive. ASAP, Via Forte Marghera 151, 30173 Venezia-Mestre, 46 pp.
- Orel G., Fonda Umari S. & Aleffi F., 1993. Ipossie e anossie di fondali marini. Alto Adriatico e Golfo di Trieste. Regione Autonoma FVG, Direzione Regionale Ambiente, Trieste, 104 pp.
- Polixeni P., 1975. Possibilità di semicoltura dell'astice (*Homarus* sp.). Università di Padova, A.A. 1974-75, Tesi di laurea in Sc. Biol., pp. 88.
- Rørvik C.J. & Tveite S., 1982. A stock assessment of lobster (*Homarus gammarus*) on the Norwegian Skagerrak coast. Flødevigen Rapportserie N° 3, 20 pp.
- Scovacicchi T., 1998. Primi tentativi di rafforzamento degli stock di astice, *Homarus gammarus* (Linnaeus, 1758), in Alto Adriatico. Biol. Mar. Medit., 5(3): 1455-1464.
- Scovacicchi T., 1999a. Preliminary studies on stocking depleted populations of the European lobster, *Homarus gammarus* (L.) (Decapoda, Nephropidae) onto the natural beachrock outcrops in the northern Adriatic Sea. In: 'Stock Enhancement and Sea Ranching', edited by B.H. Howell, E. Moksness & T. Svåsand, published by Blackwell Science Ltd., Fishing News Books, Oxford, UK, Chapter 27: 393-400.
- Scovacicchi T., 1999b. Relazione Finale del Progetto 4C057 "Tentativi di produzione di giovanili di astice europeo *Homarus gammarus* (Linnaeus, 1758) (Decapoda, Nephropidae) per il ripopolamento di tegnùe alto-adriatiche", finanziato dal MRAAF nell'ambito del IV Piano Triennale della Pesca e dell'Acquacoltura in Acque Marine e Salmastre.
- Stefanon A., 1966. First notes on the discovery of outcrops of beachrocks in the Gulf of Venice. XX Congrès-Assemblée Plénière CIESMM, Rapp. Comm. Int. Mer. Médit., 19(4), pp. 648-649.
- Stefanon A. & Boldrin A., 1980. The oxygen crisis of the Northern Adriatic Sea waters in late Fall 1977 and its effects on benthic communities. The 6th Intern. Scient. Symp. of the World Underwater Fed. (CMAS), Ed. by Flemming N. Scientific Commission, 14-18 Sept. 1980, Edinburgh, pp. 167-175.
- Van Der Meeren G.I., Svåsand T., Grimssen S., Kristiansen A. & Farestveite E., 1990: Large scale release experiment of juvenile lobsters, *Homarus gammarus*, in Norway. ICES CM 1990/K: 2, 9 pp.



# LA PRODUZIONE DI CROSTACEI NEL NORD ADRIATICO

**Alessandra Liviero, Nicola Severini**

Veneto Agricoltura, Osservatorio Socio Economico della Pesca e dell'Acquacoltura, via  
Maestri del Lavoro 50, Chioggia - Venezia, [alessandra.liviero@venetoagricoltura.org](mailto:alessandra.liviero@venetoagricoltura.org),  
[nicola.severini@venetoagricoltura.org](mailto:nicola.severini@venetoagricoltura.org)

**Parole chiave:** crostacei, pesca, mercati, produzione, commercio.

## Sommario

La relazione presenta i dati relativi alla produzione degli ultimi anni in transito nei mercati ittici di Veneto, Emilia Romagna e Friuli Venezia Giulia di crostacei e, scendendo nel dettaglio, delle diverse specie di gamberi. I dati sono poi trattati distintamente per provenienza del prodotto, se dalle locali marinerie, da altri porti nazionali o dall'estero. Per finire si compie un focus sui quantitativi produttivi provenienti dall'attività di allevamento sempre nell'area alto adriatica. In sintesi, si può anticipare che la produzione di crostacei in quest'area non arriva, nel 2008, alle 4.000 tonnellate e rappresenta in media il 6% della produzione complessiva delle regioni italiane, mentre si ferma all'1% del totale in Croazia e Slovenia.

I dati presentati sono trattati direttamente dall'Osservatorio Socio Economico della Pesca e dell'Acquacoltura e vengono dallo stesso raccolti con cadenza semestrale presso i 16 mercati dell'area alto adriatica. Il dettaglio prevede un approfondimento della produzione di crostacei e di gamberi analizzando nello specifico i quantitativi prodotti e transitati nei mercati, i prezzi minimi e massimi spuntati, sia per il prodotto fresco che lavorato, e il fatturato complessivo realizzato.

## Introduzione

Introduzione L'Osservatorio Socio Economico della Pesca e dell'Acquacoltura è una Unità Operativa dell'Azienda regionale Veneto Agricoltura con sede a Chioggia (VE). L'area di competenza degli studi effettuati dall'Osservatorio comprende le regioni Veneto, Emilia-Romagna, Friuli Venezia Giulia e, nell'area balcanica, la Slovenia e la Croazia. In questo comprensorio operano 16 strutture mercatali, comprensive di quelle croate di Parenzo (Porec) e di Fiume (Rijeka).

In questa relazione si tratterà della produzione di crostacei nell'area Alto Adriatica, con particolare riferimento a quella di gamberi registrati sia dalle fonti statistiche ufficiali che in transito nei mercati ittici di competenza dell'Osservatorio.

## Materiali e Metodi

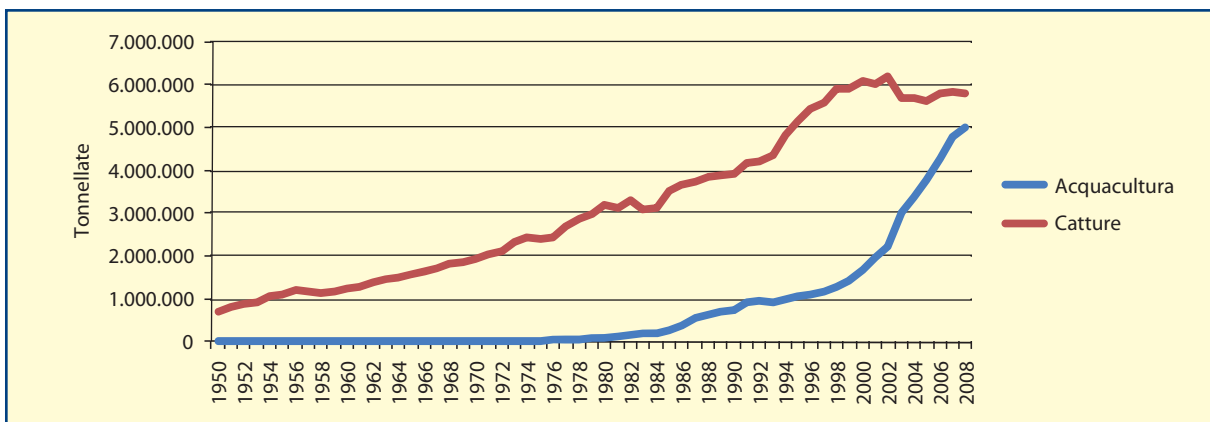
Il dati che vengono utilizzati ai fini del presente lavoro sono sia di fonte statistica ufficiale (FAO, IREPA, ISTAT) che risultato di un'indagine continuativa che l'Osservatorio conduce presso i mercati ittici dell'area alto adriatica. Questa prende in esame gli aspetti produttivi dei mercati ittici deputati alla raccolta di informazioni relative alla commercializzazione dei prodotti ittici. Con cadenza semestrale i 16 mercati ittici dell'area vengono invitati a inviare i dati di produzione mensili per specie, in quantità e valore. La popolazione oggetto di studio è costituita, infatti, dall'insieme delle strutture mercatali operanti in Veneto, Emilia Romagna e Friuli Venezia Giulia.

Unità di analisi è considerata il singolo mercato ittico, che rappresenta l'entità oggetto di osservazione e l'unità presso cui viene effettuata la rilevazione. L'indagine svolta dall'Osservatorio è a carattere esaustivo, poiché vede coinvolta l'intera popolazione statistica oggetto di studio. Successivamente, i dati vengono omologati e standardizzati, vista la notevole eterogeneità nella nomenclatura ittica tipica di ogni marineria. Infine, la seguente elaborazione e analisi permette di focalizzare l'attenzione su singole specie, le catture di crostacei e di gamberi in questo caso particolare, e dettagliare per prezzi raggiunti, per quantità conferite, per quote importate da altri mercati nazionali od esteri o per produzione locale.

## Analisi dei risultati

A livello mondiale, secondo i dati FAO, la produzione di crostacei da acquacoltura negli ultimi sessant'anni è in costante crescita, arrivando a superare i cinque milioni di tonnellate nel 2008 (graf. 1). Sempre secondo tale fonte, le catture in mare di crostacei nello stesso periodo hanno avuto un trend in costante salita sino alla fine del secondo millennio, per poi iniziare un andamento altalenante negli ultimi anni e far segnare circa 5,8 milioni di tonnellate nel 2008. Entrando nel dettaglio, dagli stessi dati si sono estrapolati i valori produttivi dei gamberi. Per quelli da acquacoltura, negli anni tra il 1950 ed il 1980, le produzioni sono pressoché nulle, per poi iniziare un trend di piena espansione produttiva dal 1980 in poi. Dal 2007 la produzione di gamberi da acquacoltura ha superato il pescato marino della stessa specie, per attestarsi sui circa 3,4 milioni di tonnellate del 2008. Per le catture di gamberi si partiva dalle poco meno di 500.000 tonnellate degli anni cinquanta, per poi portarsi nel corso degli anni sin oltre le 3,3 milioni di tonnellate del 2003 ed iniziare un andamento altalenante negli ultimi anni.

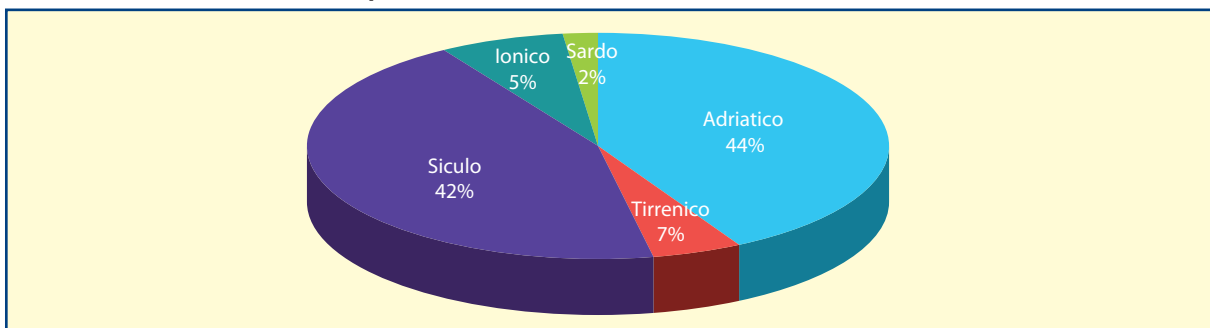
**Grafico 1. Produzione mondiale di Crostacei – serie storica 1950-2008.**



Fonte: ns elaborazioni su dati FAO.

Andando a considerare la produzione nazionale di crostacei del 2008 (dati ISTAT-IREPA), che è stata di poco inferiore alle 22.000 tonnellate, questa è stata successivamente elaborata e segmentata per fasce litoranee (graf. 2). In percentuale il mare italiano più pescoso di crostacei è l'Adriatico (44%), seguito a breve distanza da quello Siculo (42%), mentre quelli Tirrenico, Ionico e Sardo si attestano su percentuali al di sotto del 7%. Disaggregando i dati della produzione totale ed estrapolando i soli valori inerenti i gamberi, le mazzancolle e gli scampi, pari a 14.624 tonnellate (67% del totale), il mare più pescoso è di gran lunga quello Siculo (59%), seguito dall'Adriatico (26%), mentre i restanti presentano percentuali pari o inferiori al 6%.

**Grafico 2. Produzione di Crostacei per litorali – anno 2008.**



Fonte: ns elaborazioni su dati ISTAT-IREPA.

Passando al dettaglio della produzione 2008 di crostacei nel mare Adriatico, questa è stata pari a 9.563 tonnellate che, suddivisa in zone, vede l'area alto adriatica attestarsi al 36% di produzione, con il medio Adriatico fermo al 33% e quello basso al 31%. Considerando anche in questo caso i soli gamberi, le mazzancolle e gli scampi che realizzano un totale di 3.284 tonnellate, gli scampi fanno segnare un dato pari al 60%, con le maz-

zancolle al 14%, mentre i gamberi in toto realizzano un 26% (coi bianchi che rappresentano il 21%, i rossi il 4% e i viola l'1%).

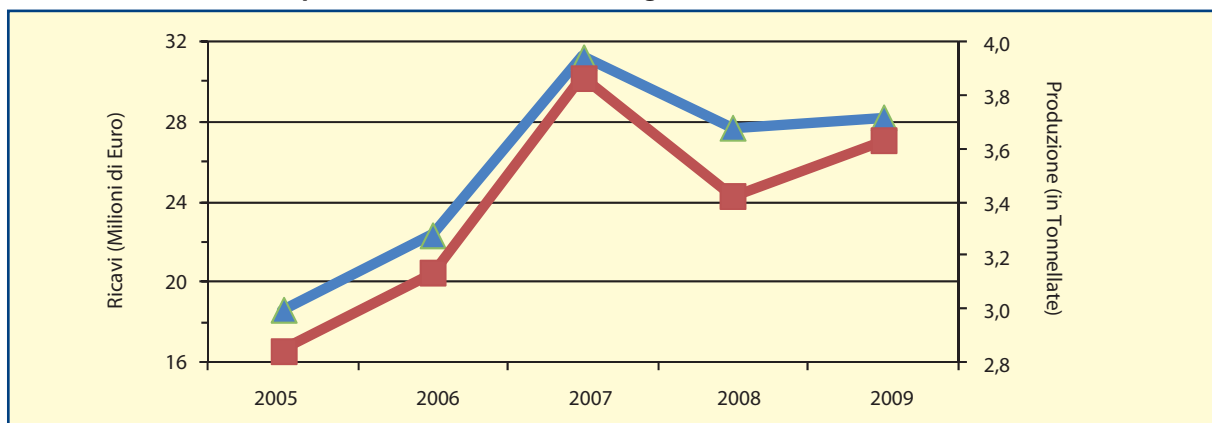
Sempre con le stesse categorie di crostacei, vediamo quale è la suddivisione per area adriatica. In basso adriatico il grosso della produzione di crostacei è rappresentata da scampi (53%) e gamberi bianchi (40%). Il restante 7% è rappresentato da gamberi rossi (5%) e mazzancolle (2%).

Salendo nel medio adriatico, la percentuale di scampi sale al 76%, con le mazzancolle ferme al 16%, mentre il restante 7% è rappresentato dai gamberi suddivisi a loro volta in un 4% per i rossi, 3% per i bianchi e, per finire, i viola con l'1%.

In alto adriatico, che presenta una produzione ben inferiore rispetto alle prime due aree analizzate in precedenza, la voce gamberi scompare del tutto. È preponderante la presenza di mazzancolle che rappresentano il 90%, mentre il restante 10% è costituito dagli scampi.

Analizzando la serie storica 2005-2009 dei soli dati produttivi di IREPA delle regioni alto adriatiche (Veneto, Emilia-Romagna e Friuli Venezia Giulia), l'andamento dei crostacei mostra un'ascesa sino al picco realizzato nel 2007 con circa 3,9 tonnellate, per poi attestarsi intorno alle 3,5 tonnellate nei successivi due anni. Del tutto identico anche l'andamento della curva dei ricavi realizzati in questo lasso di tempo, con il picco del 2007 che ha bloccato il suo valore ben oltre i 31 milioni di Euro, per poi portarsi in seguito sui 28 milioni di Euro (graf. 3).

**Grafico 3. Andamento della produzione di Crostacei nelle Regioni alto adriatiche.**



Fonte: ns elaborazioni su dati IREPA.

Nel dettaglio regionale della produzione di crostacei del 2009, in Emilia-Romagna circa 2 tonnellate di crostacei sono rappresentate dalle pannocchie (o canocchie), i restanti 400 mila kg sono rappresentati, in ordine, da gamberi bianchi e mazzancolle, altre specie e, in minima parte, da scampi. Assommano a solo 125 kg i quantitativi di aragoste ed astici pescati in alto Adriatico. Anche in Friuli Venezia Giulia la specie più pescata è la pannocchia, che con 256.393 kg rappresenta circa l'87% delle catture regionali di crostacei. Pure in questa Regione risultano poco significativi i quantitativi pescati di scampi, aragoste ed astici. In Veneto le pannocchie rappresentano oltre il 64% delle catture di crostacei, con le altre specie che raggiungono i 305.417 kg (quasi il 31% del totale), mentre sono irrisorie le quote pescate di altre tipologie di crostacei (Tab. 1).

**Tabella 1. Dettaglio delle catture (kg) per l'anno 2009 realizzate per le diverse specie di crostacei.**

Specie \ Regione	Emilia	Friuli Venezia Giulia	Veneto	Totale
Aragoste ed astici	125	71	831	1.027
Gamberi bianchi e mazzancolle	188.697	3.518	31.168	223.383
Pannocchie	1.986.106	256.393	639.935	2.882.434
Scampi	13.776	48	15.850	29.674
Altre specie crostacei	152.942	35.940	305.417	494.299
<b>Totale</b>	<b>2.341.646</b>	<b>295.970</b>	<b>993.201</b>	<b>3.630.817</b>

Fonte: ns elaborazioni su dati IREPA

In termini di introiti, in Emilia-Romagna sugli oltre 17 milioni di Euro complessivi incassati dalle vendite di crostacei, ben più di 13 milioni sono stati realizzati dalle sole pannocchie. Interessanti anche i circa 3,5 milioni

di Euro fatti segnare da gamberi bianchi e mazzancolle, con gli scampi fermi a 600.000 € circa, mentre le altre specie, insieme con aragoste ed astici, non raggiungono i 250.000 €. In Friuli Venezia Giulia vengono venduti crostacei per 1,94 milioni di Euro, con le pannocchie che da sole, con 1,6 milioni, rappresentano oltre l'82% del totale. In Veneto, degli 8,8 milioni di Euro incassati, il grosso degli introiti è rappresentato sia dalle pannocchie (circa 3,8 milioni di Euro) che dalle altre specie di crostacei, con circa 3,5 milioni di Euro (Tab. 2).

**Tabella 2. Dettaglio dei ricavi (€) per l'anno 2009 realizzati per le diverse specie di crostacei.**

Specie \ Regione	Emilia	Friuli Venezia Giulia	Veneto	Totale
Aragoste ed astici	6.348	3.417	34.199	43.964
Gamberi bianchi e mazzancolle	3.469.221	73.064	707.270	4.249.555
Pannocchie	13.042.370	1.600.671	3.792.771	18.435.812
Scampi	602.780	275	759.694	1.362.749
Altre specie crostacei	240.854	264.684	3.554.292	4.059.830
<b>Totale</b>	<b>17.361.573</b>	<b>1.942.111</b>	<b>8.848.226</b>	<b>28.151.910</b>

Fonte: ns elaborazioni su dati IREPA

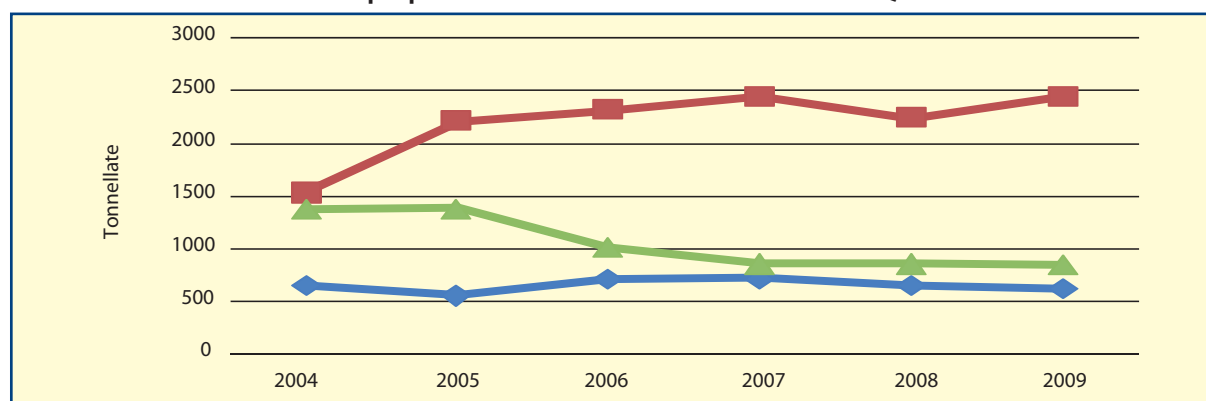
Analizzando i dati dei transiti per i diversi mercati ittici dell'area alto adriatica, ritroviamo la seguente situazione. In Veneto sono commercializzati crostacei per circa 2.200 tonnellate e, di queste, il 39% è proveniente dal pescato locale, il 27% da prodotto nazionale mentre il restante 34% è importato dall'estero. In termini di incassi realizzati, la situazione varia un po', in quanto una buona quota del pescato locale (30% in valore) è rappresentato da pannocchie che notoriamente spiccano prezzi più bassi rispetto alle altre tipologie di crostacei, che provengono dai mercati nazionali (35%) ed esteri (35%).

In Friuli Venezia Giulia, sulle quasi 240 tonnellate di crostacei transitate per i mercati ittici regionali, il pescato locale, con circa 94 tonnellate, rappresenta il 39% del totale dei crostacei venduti, mentre il prodotto nazionale arriva al 16% e quello estero raggiunge il 45%. In termini di introiti, la situazione è abbastanza speculare, con ricavi del pescato locale al 37%, quello nazionale all'11% e quello estero al 52%.

Per finire coi mercati ittici, in Emilia-Romagna delle circa 1.749 tonnellate di crostacei vendute è del tutto inesistente la quota di crostacei proveniente dall'estero. La quota arrivata dagli altri mercati nazionali si è fermata all'1%, mentre il 99% del prodotto venduto nei mercati regionali è costituita da prodotto locale. Del tutto simmetrica la situazione in termini di valori realizzati.

In seguito, si sono accorpati i diversi dati mercatali, sia per quantitativi che per valori, delle Regioni italiane alto adriatiche e se ne è analizzata la serie storica inerente gli anni 2004-2009. La curva del prodotto locale, dopo un'ascesa ripida dalle 1.500 tonnellate circa del 2004 alle quasi 2.500 tonnellate del 2007, negli ultimi due anni considerati è diventata più asintotica all'asse delle 2.500 tonnellate. Mentre il dato della quota di crostacei nazionali nel periodo considerato è alquanto stabile, tra le 600 e le 700 tonnellate, ben diversa è la situazione per il prodotto proveniente dall'estero. Di quest'ultimo, la quota al 2004 era simile a quella locale (con quasi 1.400 tonnellate), ma che dal 2006 ha subito un brusco calo sino a scendere a 1.000 tonnellate, per poi determinare una curva con una discesa meno ripida nei restanti anni (graf. 4).

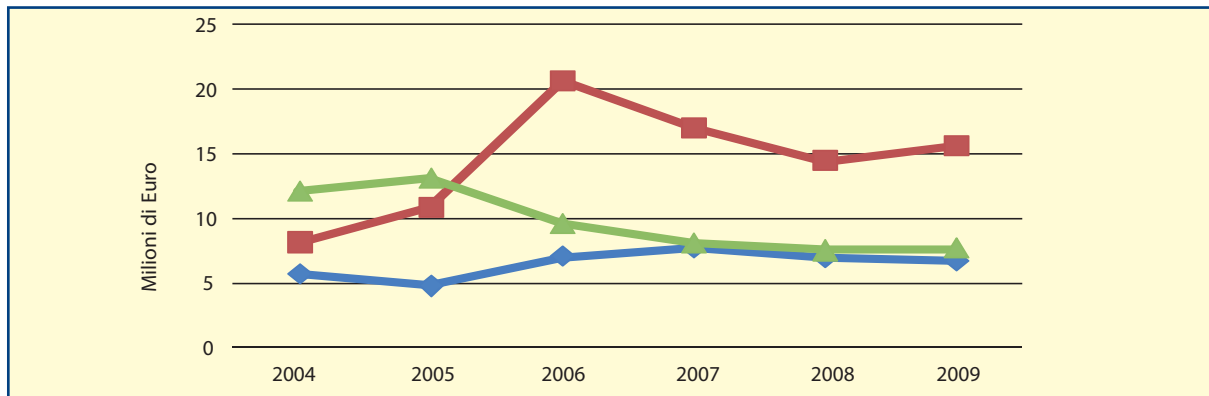
**Grafico 4. Andamento dei transiti per provenienza nei mercati ittici alto adriatici – Quantità.**



Fonte: ns elaborazioni su dati mercati ittici

Ragionando per lo stesso periodo 2004-2009 in termini di valori, per il prodotto locale si è partiti dai circa 8 milioni di Euro del 2004 per poi arrivare nel giro di due anni a sfondare la quota dei 20 milioni di Euro e ridiscendere negli anni seguenti intorno ai 15 milioni di Euro. Più costanti nel periodo le curve dei transiti dei prodotti nazionali ed esteri, che nel 2009 vanno a convergere verso quota 7 milioni di Euro (graf. 5).

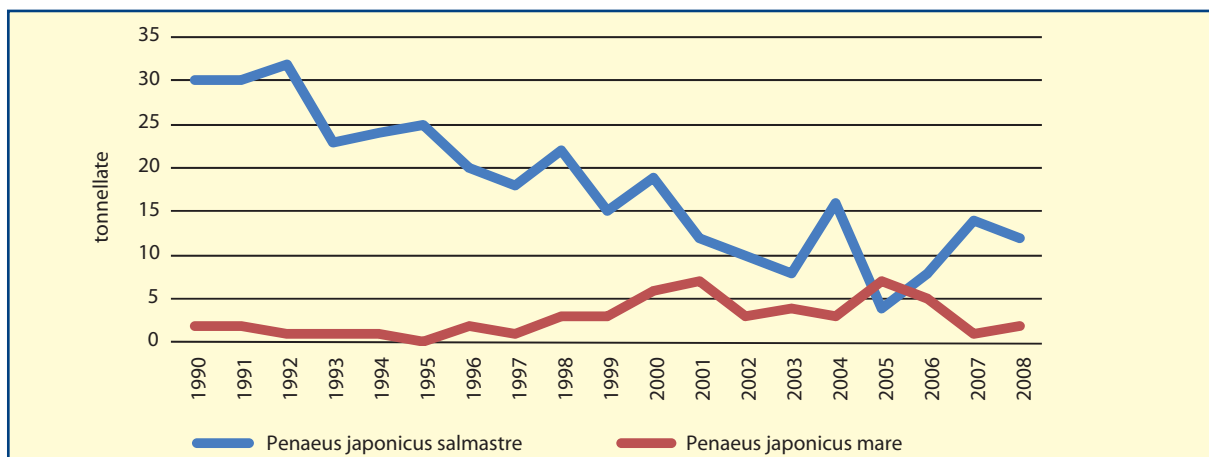
**Grafico 5. Andamento dei transiti per provenienza nei mercati ittici alto adriatici – Valori.**



Fonte: ns elaborazioni su dati mercati ittici

Dell'area alto adriatica, che normalmente è oggetto di studio dell'Osservatorio, fanno parte anche la Slovenia e la Croazia. In questo caso i dati a nostra disposizione sono meno cospicui. Se la quota di crostacei prodotta dalla Slovenia è minima, avendo raggiunto un picco nel 2007 con complessive 8 tonnellate, che sono ridiscese nel 2009 a 4,3 tonnellate, ben diversa è la situazione registrata per la Croazia. Qui, infatti, la produzione di crostacei nel periodo 2005-2009 è in costante crescita e nel 2009 ha registrato la discreta quota di 529 tonnellate. Non esistono o sono solo occasionali in Italia i dati relativi all'allevamento di gamberi. In tal senso è possibile fare riferimento esclusivamente ai dati FAO, che però non ci permettono un dettaglio regionale. In Italia l'allevamento delle mazzancolle imperiali (*Penaeus japonicus*) in acque marine nel periodo 1990-2008 è stato abbastanza costante intorno alle 2 tonnellate annue. Ben diversa è la situazione registrata per gli allevamenti in acque salmastre (valli e lagune). In quest'ultimo caso si è partiti da valori intorno alle 30/32 tonnellate annue, per scendere nel corso degli anni sino alle 4 tonnellate del 2005 e riprendere poi una lieve risalita negli ultimi anni (graf. 6).

**Grafico 6. Produzione italiana di crostacei da allevamento – serie 1990-2008.**



Fonte: ns elaborazioni su dati FAO.

La bilancia commerciale delle tre Regioni italiane alto adriatiche per il 2009 evidenzia per tutte un saldo negativo che, mentre per il Friuli Venezia Giulia è modesto (meno di un milione di Euro), per Veneto ed Emilia-Romagna è considerevole. Il gap negativo tra importazioni ed esportazioni nel 2009 per l'Emilia-Romagna si è consolidato sui 72 milioni di Euro, mentre per il Veneto è arrivato a sfiorare i 90 milioni di Euro.

## Conclusioni

L'analisi dei dati produttivi della pesca di crostacei in alto adriatico evidenzia una particolare vocazione dell'area alla produzione di pannocchie, mentre quella di gamberi, mazzancolle e altre specie si pone in secondo piano. I dati elaborati fanno emergere in modo lampante che il grosso della produzione alto adriatica di crostacei è di origine locale e proveniente da attività di pesca. Importante in termini percentuale anche la quota di prodotti provenienti dall'estero o da altri mercati nazionali. L'allevamento è praticamente inesistente o comunque poco influente sulla produzione nazionale. Siamo sostanzialmente di fronte ad una situazione deficitaria di prodotto, come dimostra anche la bilancia commerciale, per cui le importazioni (sia in volume che in valore) incidono moltissimo nel settore dei crostacei. La crostaceicoltura, quindi, vista la domanda di prodotto e gli andamenti di mercato, potrebbe avere importanti margini di sviluppo se ben valorizzata e indirizzata verso le specie più richieste.

## Bibliografia e sitografia

Fao, Fishstat plus database, 2010.

<http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en>.

Irepa, <http://www.irepa.org/sistan/sisdati.html>.

Ismea, Il settore ittico in Italia - Check up 2010, Roma, 2010.



# DISTRIBUZIONE E CONSUMO DI CROSTACEI IN ITALIA L'ESPERIENZA DI UN OPERATORE

**Luca Stocco, Andrea Costantin**

FIORITAL Srl – info@fiorital.com

## **Abstract**

Il mercato e la distribuzione dei Crostacei in Italia mostra una tendenza generale a di stabilità, in termini di volumi commercializzati. Nei consumatori è progressivamente cresciuta la conoscenza nei confronti di questo gruppo tassonomico, in virtù delle importazioni di prodotti che consentono di ritrovare sui banchi di vendita esemplari provenienti da tutto il mondo, caratterizzati da differenti tipologie produttive. Tutto ciò ha portato ad una differenziazione profonda nella “filiera Crostacei”, in termini di numero e provenienza delle specie commerciali, di modalità per il loro trasporto, di aspetti legati alla distribuzione e alla commercializzazione. Viene esposta ed analizzata l'esperienza di uno dei principali operatori nazionali del settore.

