

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 F 21 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

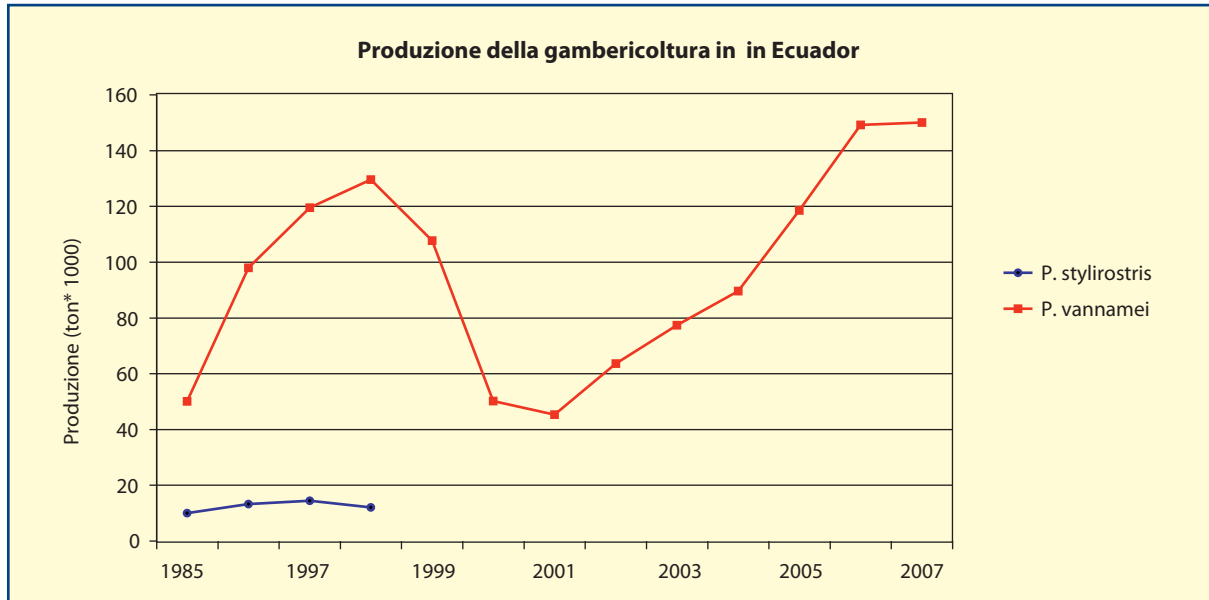
In anni recenti, in Italia ed altri paesi dell'area del Mediterraneo, fenomeni ricorrenti di patologie negli allevamenti di gamberi peneidi hanno creato problemi di varia natura (nanismo, alterazioni cromatiche dell'esoscheletro) e perdite rilevanti (Manfrin, 2010).

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*

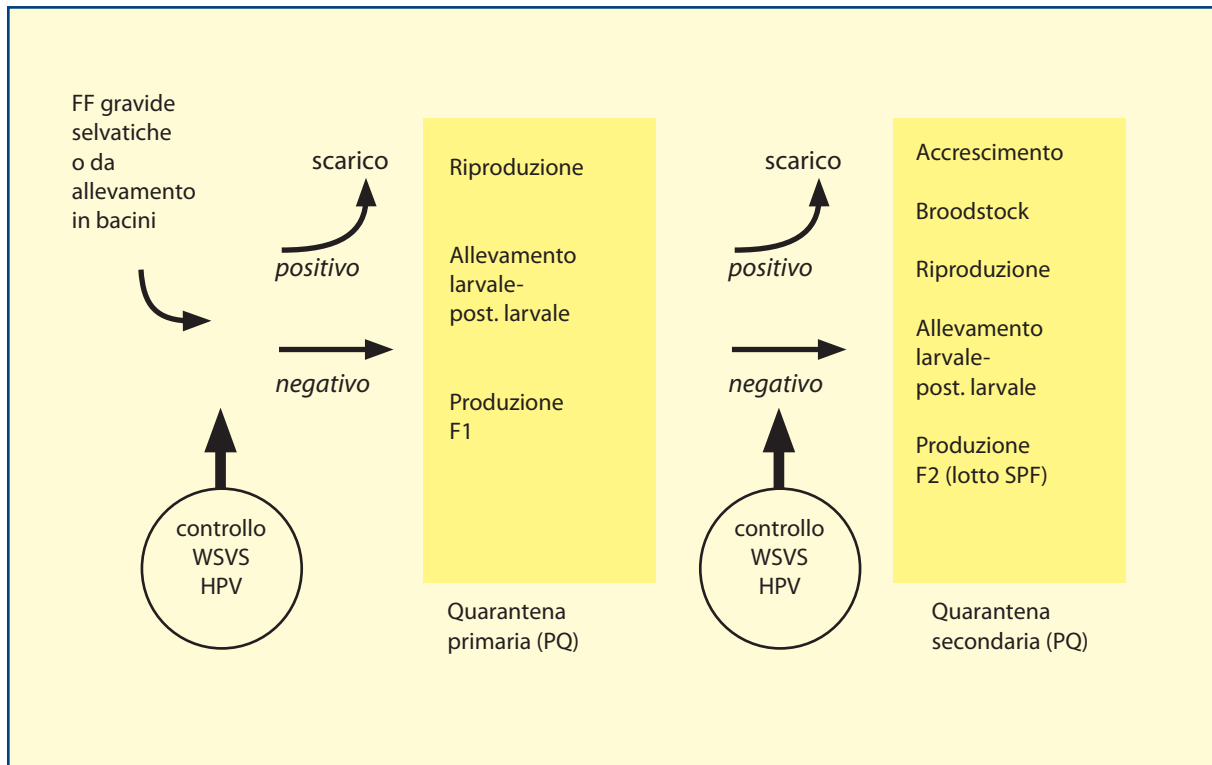
Malattia della macchia bianca (WSV)
Baculovirus necrotica della ghiandola mesenterica (BMN)
Necrosi emopoietica e ipodermica infettiva (IHHN)
Sindrome dell'apparato digerente e del sistema nervoso (GNS)

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

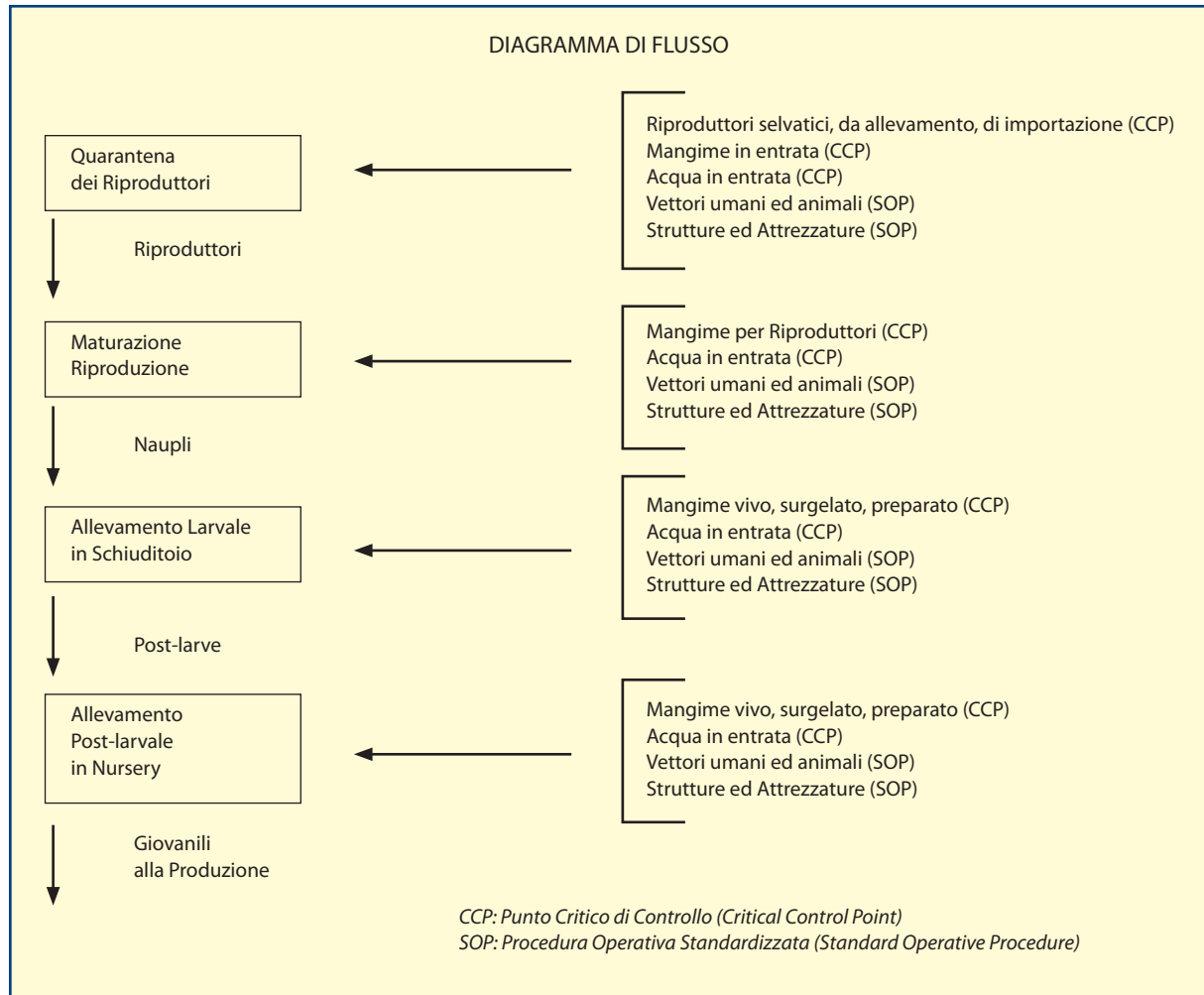
Ma la domesticazione di *Marsupenaeus japonicus* deve passare anche attraverso una orientata azione di selezione genetica che tenda a migliorare le caratteristiche biologiche della specie. Un aspetto importante riguarda l'ottenimento di ceppi caratterizzati da un elevato tasso di accrescimento.

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.

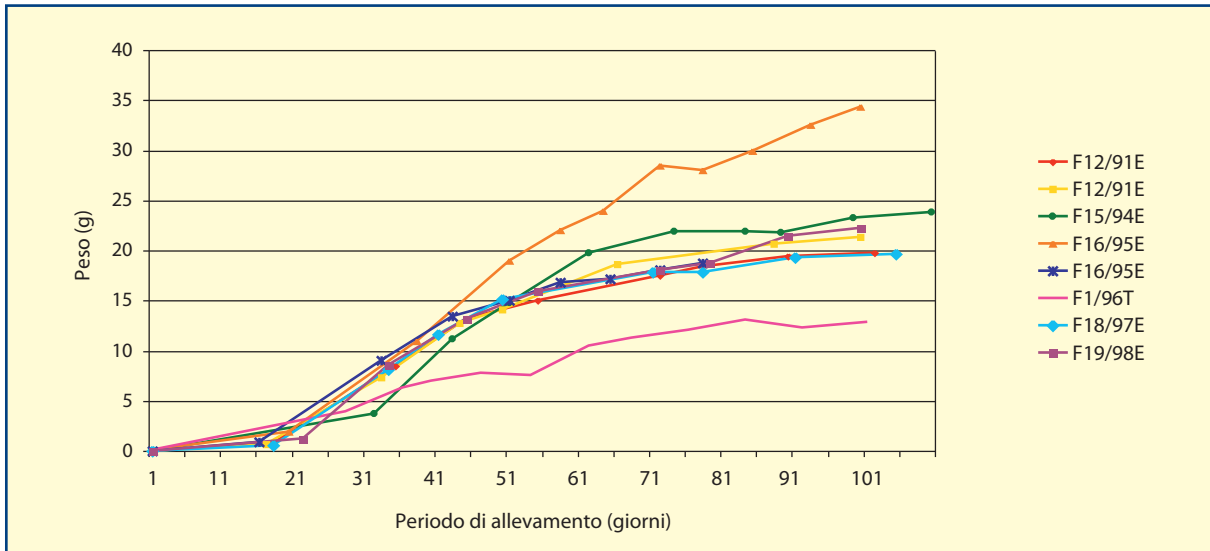
Altro aspetto da considerare per migliorare l'allevamento del gambero giapponese, riguarda la performance riproduttiva, relativamente alla necessità di incrementare la percentuale di schiusa delle uova in riproduttori mantenuti in cattività da varie generazioni.

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.

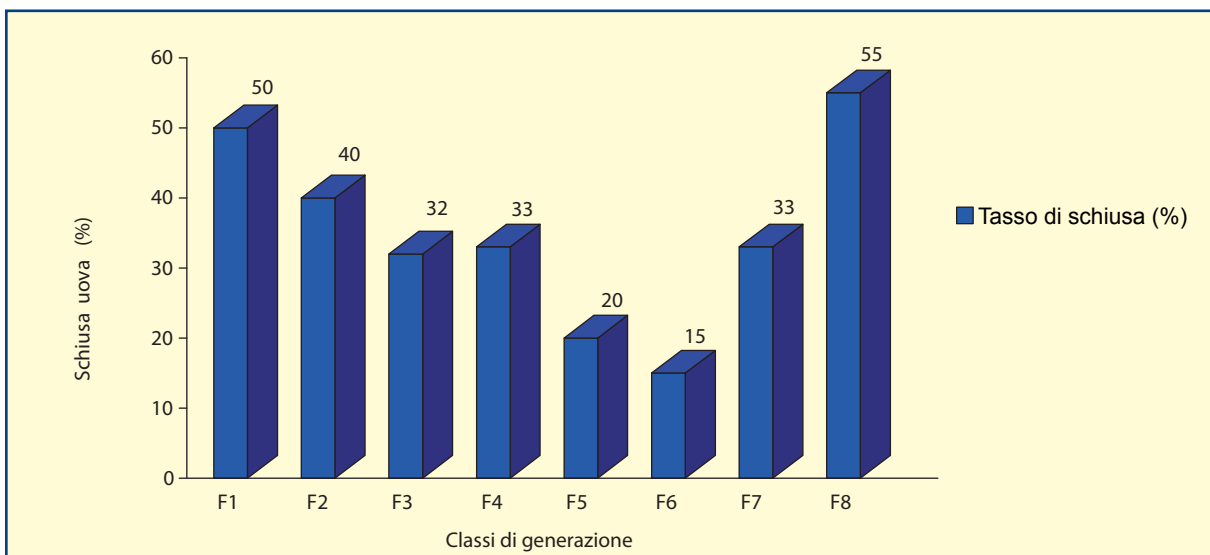


Nel corso delle generazioni che si sono susseguite negli anni si è rilevato un graduale abbassamento della percentuale di schiusa delle uova (Fig. 5), e ciò è stato attribuito ai possibili effetti degli incroci consanguinei (inbreeding) ed alla conseguente riduzione della variabilità genetica (Sbordoni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

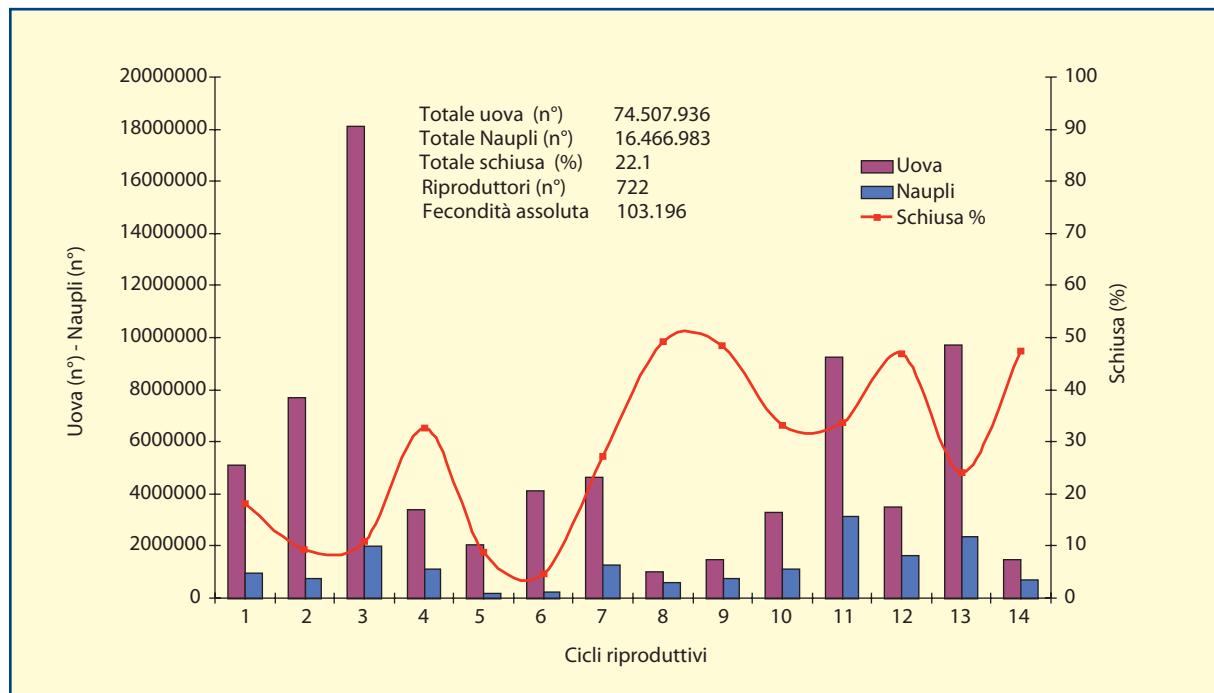
Per contrastare gli effetti negativi dell'inbreeding, nel costituire il lotto di riproduttori negli anni che sono seguiti, è stato adottato il criterio di selezionare esemplari provenienti dai diversi cicli riproduttivi. In tal modo il lotto era rappresentato da riproduttori che esprimevano più ampiamente 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 GEPRI-GAP 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%.

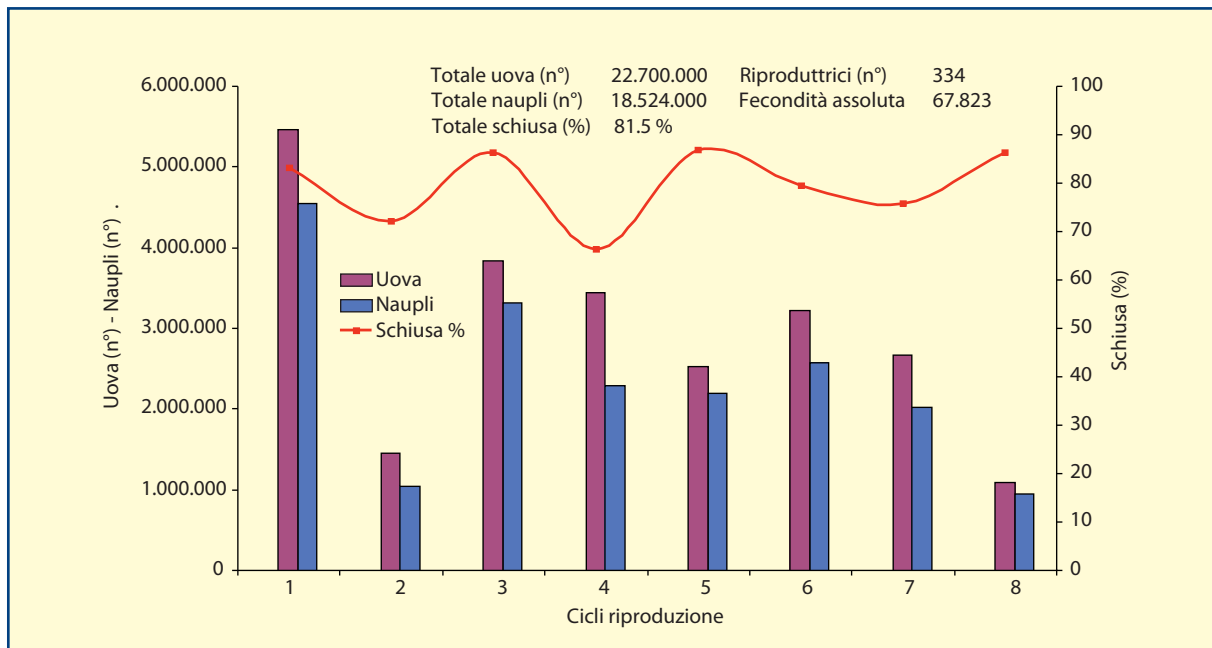


In questo caso, su una produzione di 22,7 milioni di uova sono stati ottenuti 18,5 milioni di naupli con una percentuale di schiusa dell'81,5%; sono stati, poi, prodotti 9,8 milioni di post-larve da semina, corrispondente ad una sopravvivenza di quest'ultime del 52,97% (Fig. 7; Lumare *et al.*, 1997). 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 *Marsupenaes japonicus* della costa turca del Golfo di Antalya.



Conclusioni

Alla luce dello stato attuale delle cose, perché la gambericoltura in Mediterraneo, basata su *Marsupenaes 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.