

Produzione di salmerino alpino *Salvelinus alpinus* (L.): incubazione e primi stadi di sviluppo

Francesca Ciutti¹, Fabrizio Merati², Andrea Gandolfi¹, M. Stella Grando¹

¹ Istituto Agrario di S. Michele all'Adige, Via Mach 1, S. Michele all'Adige (Trento)

² Studio Idrobiologico Lombardo, Via Einstein 24, Gaggiano (Milano)

* Referente per la corrispondenza (ciutti@iasma.it)

Riassunto

Il salmerino alpino *Salvelinus alpinus* (L.) è una specie di interesse per l'acquacoltura fino dagli anni '70, con esperienze di allevamento documentate soprattutto per il nord Europa ed il Canada, ma assenti in Italia. Sostanziali differenze tra le esigenze fisiologiche del salmerino alpino ed i salmonidi normalmente utilizzati in acquacoltura (trota iridea, salmone, trota fario) suggeriscono la necessità di definire specifici protocolli di allevamento. È stata pertanto attivata una linea sperimentale triennale di produzione di salmerino alpino, atta ad approfondire gli aspetti impiantistici e gestionali connessi con l'allevamento di questa specie nel versante meridionale dell'arco alpino. I primi risultati evidenziano il buon adattamento del salmerino alpino ai sistemi riciclati, dallo stadio di uovo fecondato al termine del riassorbimento del sacco vitellino. Alla temperatura media di 4 °C lo stadio di uovo embrionato viene raggiunto in 184 gradi giorno (GG) mentre il riassorbimento del sacco vitellino viene completato a 631 GG dalla fecondazione; le larve all'inizio della fase alimentare misurano $19,2 \pm 0,3$ mm.

PAROLE CHIAVE: acquacoltura / Salmonidi / salmerino alpino / protocollo di allevamento

Breeding of Arctic charr: from egg to free-swimming fry

The interest of aquaculture for production practice of Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.) arose during the 1970s, leading to some breeding tradition mainly in northern Europe and Canada, but without any significant experience in Italy. Substantial differences in physiological requirements between Arctic charr and most aquacultured salmonids (i.e. rainbow trout, Atlantic salmon, brown trout) suggest the need to define specific rearing protocols. A three year experimental breeding program was started to acquire the necessary knowledge for facility establishment and management to breed Arctic charr in the southern Alpine region. First results show a good adaptation of Arctic charr to recirculated systems in the early development stages. At a mean temperature of 4 °C, "eyed" stage is reached after 184 degree-days (DD), while alevin stage, ready for ponding, occurs after 631 DD from fertilization. Free swimming fries reached $19,2 \pm 0,3$ mm of length.

KEY WORDS: aquaculture / Salmonids / Arctic charr / rearing protocols

INTRODUZIONE

Il salmerino alpino *Salvelinus alpinus* (L.) riveste un ruolo di notevole importanza tra le specie innovative di maggior interesse per l'allevamento in acqua dolce e fredda. Le produzioni di questa specie, iniziate a partire dagli anni '70, hanno fatto registrare un netto incremento nelle aree del nord (Canada, paesi Scandinavi e Islanda detengono l'85% della produzione mon-

diale), a seguito dell'attivazione di specifici programmi di ricerca (JOHNSTON, 2002).

Le caratteristiche che rendono particolarmente interessante l'allevamento del salmerino appaiono riconducibili all'elevata densità di allevamento, alla crescita relativamente rapida anche in acque fredde, all'elevato tasso di conversione, alla notevole adattabilità all'am-

biente artificiale e ad un valore di mercato nettamente superiore a quello degli altri salmonidi da allevamento (trota iridea e salmone) (BRÄNNÄS e LINNÉR, 2000; JOHNSTON, 2002). Nel contempo le prime ricerche e le prime esperienze produttive hanno permesso di verificare come il successo nell'allevamento del salmerino dipenda dalla disponibilità di specifiche condizioni idro-

qualitative e da particolari caratteristiche delle unità di allevamento (JOBLING *et al.*, 1993). Sulla base di una valutazione preliminare, le aree vocate all'allevamento dei salmonidi del settore nord-orientale delle Alpi apparirebbero potenzialmente adatte per l'avvio di un programma di allevamento del salmerino alpino; depone a favore di tale ipotesi la presenza di salmerini alpini (autoctoni e/o acclimatati in molti bacini di montagna di quest'area); si segnala tuttavia come alcune produzioni pilota attivate autonomamente da allevatori trentini abbiano dato risultati non del tutto soddisfacenti.

Allo stato attuale è evidente che l'attivazione di una linea produttiva commerciale di salmerino alpino sul territorio italiano richiede, come nel caso dei paesi in cui tale allevamento è già avviato, un adeguato supporto di ricerche applicative atte a delinearne lo schema produttivo e ad individuare e affrontare le criticità connesse con la specifica situazione territoriale.

Una fase particolarmente delicata del ciclo di produzione del salmerino è quella collegata alle fasi pre e post riproduttive, in cui la temperatura sembra giocare il ruolo di maggiore importanza. È infatti stato osservato che l'intero ciclo biologico ha esigenze termiche specifiche: in particolare, la fase di incubazione delle uova richiede temperature che non eccedano i 7 °C; temperature attorno ai 3-6 °C producono i risultati migliori sia in termini di sopravvivenza che di tasso di sviluppo (STEINER, 1984; JOBLING *et al.*, 1998). Anche la fase di maturazione delle gonadi appare fortemente condizionata dall'evoluzione termica. È stato osservato che temperature più calde, attorno ai 12-16 °C nel periodo estivo (da metà giugno a fine settembre) alterano profondamente lo sviluppo ri-

produttivo, determinando maturazione asincrona delle gonadi o ridotta qualità delle uova e del successo alla schiusa (JOBLING *et al.*, 1993; JOBLING *et al.*, 1995). Nel contempo JOHNSTON (2002) riporta come temperature relativamente elevate nel periodo estivo, accompagnate da un loro netto calo nella fase terminale della maturazione delle gonadi, rappresentino la condizione migliore per una produzione di ovature di elevata qualità.

Allo scopo di verificare la validità delle differenti indicazioni produttive esistenti in materia e di predisporre un adeguato protocollo di allevamento del salmerino alpino rispetto al contesto territoriale del versante meridionale delle Alpi, presso l'impianto ittico dell'Istituto Agrario di S. Michele all'Adige (Trento) è stata attivata una linea sperimentale di produzione, atta ad approfondire gli aspetti impiantistici e gestionali connessi con l'allevamento di questa specie.

Nel presente lavoro vengono forniti i risultati relativi alle prime fasi del ciclo di allevamento, che si estende dalla riproduzione artificiale al termine della fase di riassorbimento del sacco vitellino.

MATERIALI E METODI

La sperimentazione è stata avviata presso la piscicoltura dell'Istituto Agrario di S. Michele. L'impianto, che ha conseguito la certificazione di indennità ai sensi del D.P.R. 555/92 e successive modifiche ed integrazioni, è costituito da una struttura coperta e da 6 vasche in terra per una superficie complessiva di circa 1.000 m². L'approvvigionamento idrico di 100 L/s è garantito attraverso 6 pompe pescanti

in falda alla profondità di 15 m. L'impianto dispone di un sistema per il riequilibrio dei gas disciolti.

La tabella I riporta i valori medi dei principali parametri chimici e fisici dell'acqua di allevamento.

Il primo ciclo di allevamento sperimentale è stato avviato a partire da materiale proveniente dallo Stabilimento Ittiogenico Regionale della Valle d'Aosta (Morgex) gestito dal Consorzio Regionale per la Tutela, l'Incremento e l'Esercizio della Pesca, che alleva il salmerino dalla metà degli anni '90 (materiale proveniente dal Lago di Costanza). Il ciclo produttivo presso lo stabilimento di Morgex (impianto con certificazione di indennità ai sensi del D.P.R. 555/92 e successive modifiche ed integrazioni, conseguita nella primavera 2002) prevede la produzione di circa 10.000 stadi giovanili/anno destinati alla semina nei laghi valdostani ed il mantenimento di un parco riproduttori costituito da circa 1200 estivali, circa 600 immaturi e circa 400 riproduttori.

Nella giornata del 27 novembre 2003, presso lo stabilimento ittiogenico di Morgex, è avvenuta la spremitura di 8 maschi e 12 femmine e la successiva fecondazione artificiale con metodo a secco, che ha prodotto circa 80.000 uova di salmerino alpino. Parte delle stesse (31.000 uova verdi) è stata trasportata presso l'impianto ittico di San Michele all'Adige il giorno stesso.

La successiva fase di incubazione è stata condotta ad una temperatura costante di 4 °C, con l'utilizzo di un incubatore verticale provvisto di impianto di condizionamento termico e sistema di ricir-

Tab. I. Parametri medi dell'acqua di allevamento.

Temperatura (°C)	O.D. mg/L	O.D. % sat.	N ₂ % sat.	pH	Cond. µS/cm
12,5	9,6	100	101	7,7	530

colo parziale dell'acqua (Fig. 1).

Il materiale, raggiunta la fase di embrionatura, è quindi stato trasferito in un trogolo di incubazione orizzontale con analogo sistema di condizionamento termico. Successivamente alla fase di schiusa si è provveduto ad aumentare gradualmente la temperatura fino ai 12,5 °C.

Durante tutto il periodo di incubazione e schiusa delle uova sono state eseguite periodiche indagini chimico-fisiche dell'acqua al fine di monitorare i principali parametri qualitativi ed, in particolare, i valori dello ione ammonio, i cui effetti tossici acuti o cronici sono ben conosciuti (JOBLING, 1994; PENNELL e McLEAN, 1996).

RISULTATI

Il ciclo di sperimentazione è iniziato con 31.000 uova verdi. Il diametro medio delle uova a 48 ore dalla fecondazione è risultato $4,8 \pm 0,2$ mm. Il test di fecondazione con acido acetico effettuato su un campione di uova ha permesso di evidenziare che ben il 57 % delle uova iniziali risultava non fecondato o con ciclo di sviluppo interrotto a poche ore dalla fecondazione, escludendo quindi già dalla prima fase del ciclo produttivo 17.700 uova non fecondate (tasso di fecondazione 43%).

Lo stadio di uovo embrionato è stato raggiunto a 46 giorni dalla fecondazione a temperatura media di 4 °C (184 GG). È stata osservata una perdita di 3600 soggetti prima del raggiungimento dell'embriona-

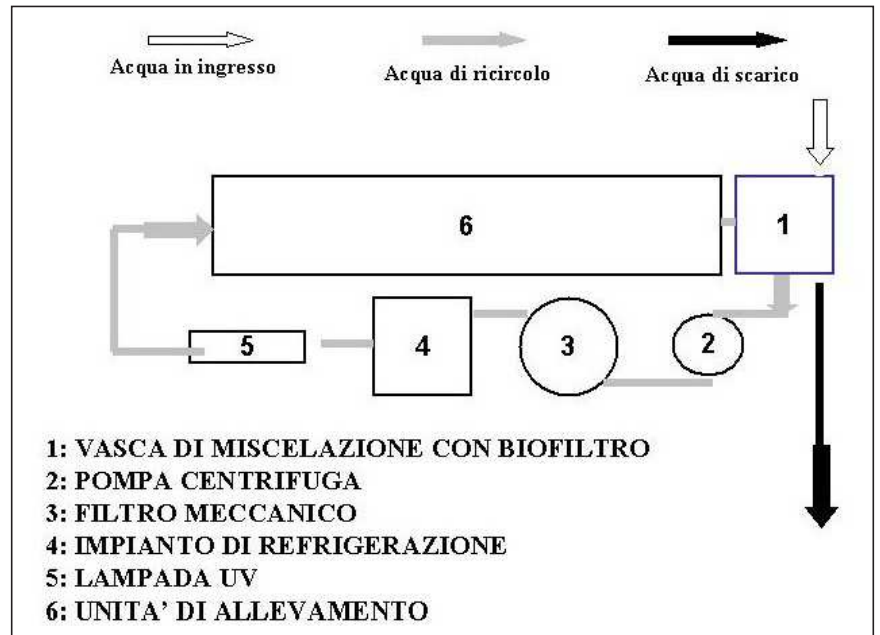


Fig. 1. Modulo sperimentale a circuito parzialmente ricircolato per le fasi di incubazione, schiusa e riassorbimento del sacco vitellino.

tura, pari al 27% delle uova fecondate.

L'inizio della schiusa è stato osservato a 76 giorni dalla fecondazione e 361 GG; le larve a tale stadio misurano $14,8 \pm 0,9$ mm. Le perdite sono risultate pari al 7,4 % del numero delle uova embrionate (722 esemplari).

Il completo riassorbimento del sacco vitellino, coincidente con l'inizio della fase di alimentazione attiva, avviene a 110 giorni dalla fecondazione (631 GG). In questa fase le perdite, imputabili sia a mortalità che ad esclusione dal ciclo produttivo di esemplari malformati, si aggirano attorno al 24,2 % rispetto al numero di avannotti alla schiusa. Gli avannotti misurano $19,2 \pm$

$0,3$ mm (Tab. II).

A riprova del fatto che la perdita di materiale sia riconducibile principalmente al ridotto tasso di fecondazione si sottolinea che, rispetto al numero iniziale (31.000 uova verdi), le uova fecondate perse (3.601) fino allo stadio di uovo embrionato sono pari all'11,6 %, in linea con i dati in bibliografia che riferiscono perdite dalla fecondazione alla schiusa di 10-15 % ad una temperatura di 5 °C (JOBLING *et al.*, 1993). Sempre rispetto al numero iniziale, le perdite dallo stadio di uovo embrionato alla schiusa sono risultate del 2,3 %, quelle dalla schiusa al termine della fase di riassorbimento (inizio alimentazione attiva) sono pari al 7 %.

Tab. II. Valori relativi agli stadi di sviluppo.

stadio di sviluppo	data	giorni dalla fecondazione	gradi giorno dalla fecondazione	dimensioni (mm)	n° totale
uova verdi	27-nov-03	0	0	$4,8 \pm 0,2$	31.000
uova fecondate	12-gen-04	46	184	$4,8 \pm 0,2$	13.323
uova embrionate	12-gen-04	46	184	$4,8 \pm 0,2$	9.722
larve alla schiusa	11-feb-04	76	361	$14,8 \pm 0,9$	9.000
riassorbimento sacco vitellino	16-mar-04	110	631	$19,2 \pm 0,3$	6.826

La temperatura media durante il ciclo di sviluppo, dallo stadio di uovo fecondato all'inizio dell'alimentazione attiva, è risultata pari a $5,7 \pm 2,0$ °C. I parametri chimico-fisici ed in particolare lo ione ammonio si sono mantenuti entro i limiti di soglia di prima attenzione predefiniti per la prova (100 µg/L).

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

I risultati relativi alla prima fase del ciclo di allevamento del salmerino appaiono confortanti. Le perdite dallo stadio di uovo fecondato all'inizio dell'alimentazione sembrano concentrarsi in un intervallo temporale ristretto, compreso tra la fecondazione artificiale e l'inizio della fase di incubazione presso la piscicoltura di S. Michele. Diverse sono le possibili cause alle quali ricondurre l'evento. Tra esse è stata individuata come più probabile la temperatura elevata: è noto infatti che, per il salmerino alpino, aumenti di pochi gradi delle temperature dell'ac-

qua, rispetto a quelle ottimali, possono comportare nette riduzioni della *performance* in allevamento; i limiti di tolleranza tendono a restringersi in particolare durante le fasi di maturazione delle gonadi e di sviluppo delle ovature (JOBLING *et al.*, 1995; TVEITEN *et al.*, 1996). Durante le fasi di fecondazione e trasporto, il materiale è infatti stato mantenuto ad una temperatura di 8-9 °C, rispetto a quella raccomandata in bibliografia (6-7 °C). Un secondo aspetto riguarderebbe lo stadio di sviluppo durante il quale il materiale utilizzato è stato trasportato: le uova verdi risultano infatti particolarmente sensibili alle manipolazioni.

Non deve essere sottovalutato il differente chimismo delle acque impiegate per lo svolgimento delle fasi di fecondazione artificiale e prima idratazione delle uova rispetto a quelle impiegate per la successiva incubazione. La corrente sperimentazione non ha tuttavia riguardato questi aspetti,

che saranno approfonditi nei prossimi anni di ricerca. Inoltre, alla definizione dei protocolli sperimentali secondo un approccio classico e metodi tradizionali, sarà affiancato l'utilizzo di marcatori genetici in supporto al *breeding*, al fine di monitorare la diversità genetica del lotto di allevamento e permettere la selezione dei riproduttori non solo su base fenotipica ma anche genotipica.

RINGRAZIAMENTI

Questo studio è stato condotto nell'ambito dei progetti "Raccolta, caratterizzazione genetica, allevamento e diffusione dei pesci salmonidi autoctoni dei laghi del versante italiano delle Alpi n. 6-C-65" (finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali) e "Diversità genetica e potenzialità di acquacoltura delle popolazioni naturali di salmonidi in Trentino" (finanziato dal Fondo Unico per la ricerca della Provincia Autonoma di Trento). Si ringrazia Ivan Stocchetti per il contributo nell'ottimizzazione delle strutture sperimentali.

BIBLIOGRAFIA

- BRÄNNÄS E., LINNÉR J., 2000. Growth effects in Arctic charr reared in cold water: Feed frequency, access to bottom feeding and stocking density. *Aquaculture International*, **8**: 381-389.
- JOBLING M., 1994. *Fish bioenergetics*. Chapman & Hall, London. 309 pp.
- JOBLING M., JØRGENSEN E.H., ARNESEN A.M., RINGØ E., 1993. Feeding, growth and environmental requirements of Arctic charr: a review of aquaculture potential. *Aquaculture International*, **1**: 20-46.
- JOBLING M., JOHNSEN H.K., PETTERSEN G.W., HENDERSON R.J., 1995. Effect of temperature on reproductive development in Arctic Charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *Journal of Thermal Biology*, **20**: 157-165.
- JOBLING M., TVEITEN H., HALTEN B., 1998. Cultivation of Arctic charr: an update. *Aquaculture International*, **6**: 181-196.
- JOHNSTON G., 2002. *Arctic Charr Aquaculture*. Blackwell Publishing. Fishing News Books, 272 pp.
- PENNELL W., MCLEAN W., 1996. Early rearing. In Pennell W. & Barton B.A. (eds): *Principles of Salmonids Culture*. Developments in Aquaculture & Fisheries Science Vol 29. Elsevier Sciences B.V., Netherlands: 365-465.
- STEINER V., 1984. Experiments toward improving the culture of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). In: Johnson L., and Burns B. (eds) *Biology of the Arctic charr*. University of Manitoba Press. Winnipeg: 509-521.
- TVEITEN H., JOHNSEN H.K., JOBLING M., 1996. Influence of maturity status on the annual cycles of feeding and growth in Arctic charr reared at constant temperature. *Journal of Fish Biology*, **48**: 910-924.