

RELAZIONE FINALE

Messa a punto di un sistema innovativo e sostenibile per l'allevamento delle ostriche

Reg. (UE) 508 del 15 maggio 2014 – Fondo Europeo per gli Affari Marittimi e la Pesca (FEAMP).
D.G.R. n. 213 del 28/02/2017 – Approvazione bandi per la selezione dei progetti presentati a valere
sulla programmazione FEAMP 2014/2020. Atto di concessione D.D.R. n. 167/2017 del 02/11/2017
Misura 2.47 – Innovazione – Progetto: 02/INA/2017



Responsabile scientifico:
Collaboratori alla ricerca:

Prof.ssa Angela Trocino
Prof. Gerolamo Xiccato
Dott. Marco Birolo
Dott. Francesco Gratta
Dott.ssa Cristina Zomeño
Dott.ssa Nadia Guzzo
Dott.ssa Valentina Finotti
Dott. Francesco Bordignon

Legnaro, 30 novembre 2018


Prof. Angela Trocino



Introduzione

L'Italia occupa una posizione preminente nella molluschicoltura europea per la produzione di mitili (circa 63.700 ton) e vongole (circa 36.500 ton), mentre la produzione di ostriche è insignificante (circa 147 ton) (anno 2015; dati MIPAAF-Unimar, EUMOFA, 2017). Il Veneto si posiziona come secondo produttore di mitili (circa 10.500 ton) e primo produttore vongole (circa 10.600 ton). Si tratta di prodotti con un prezzo di vendita piuttosto basso, seppure più conveniente nel caso delle vongole, e sempre meno remunerativo per l'allevatore, soprattutto laddove si pratici molluschicoltura off-shore, i costi del gasolio aumentino, e la disponibilità di seme di elevata qualità possa essere limitata da condizioni stagionali o altri fattori ambientali sfavorevoli.

L'allevamento dell'ostrica è stato sperimentato in Italia fin dall'epoca dei romani. Proprio dall'Italia le conoscenze e i sistemi di produzione sono stati esportati in Francia alla fine del XIX secolo, dove l'ostricoltura si è affermata e ha dato origine alla moderna produzione francese. In epoca più recente, a partire dal dopoguerra, sono stati effettuati diversi tentativi di reintroduzione della produzione di ostriche in Italia. Tuttavia, la produzione italiana oggi è marginale e non sono disponibili dati rilevati scientificamente e in maniera sistematica che possano supportare un eventuale sviluppo della ostricoltura, soprattutto in riferimento all'area veneta.

Nel sud della Francia, in laguna di Thau, è stato messo a punto un sistema di allevamento delle ostriche basato su moduli di pertiche con corde su cui le ostriche vengono fissate con speciali collanti e sottoposte ad emersione ed immersione periodica durante la fase di accrescimento, mimando l'azione delle maree cui le ostriche sono sottoposte in condizioni naturali. Questo sistema è stato importato in Italia, in Sacca di Scardovari, dalla Società Agricola La Perla (associata al Consorzio delle Cooperative Pescatori del Polesine), e implementato in un modulo attrezzato con controllo remoto per la movimentazione delle corde, tramite pc o smartphone. Il sistema è alimentato in maniera sostenibile da energia solare ed eolica e la sua utilizzazione consente il contenimento dei costi di gasolio per le operazioni sul modulo stesso. I dati giornalieri sono registrati su supporto informatico.

Tuttavia, le condizioni climatiche e la qualità dell'acqua nei due ambienti (laguna di Thau e Sacca di Scardovari) sono diverse, per cui i risultati dell'allevamento nelle condizioni venete e italiane potrebbero essere diversi per prestazioni di crescita, stato di salute, e qualità del prodotto.

Pertanto, con l'obiettivo generale di promuovere l'innovazione del settore dell'acquacoltura, migliorando la competitività delle aziende acquicole, il presente progetto ha avuto lo scopo fornire conoscenze su un sistema innovativo di allevamento delle ostriche concave (*Crassostrea gigas*) per sviluppare un nuovo prodotto in Sacca degli Scardovari, con un metodo che utilizza risorse eoliche e solari, garantendo eco-sostenibilità e assicurando ai consumatori prodotti a km 0. Nello specifico, l'attività prevista nel progetto ha inteso valutare lo sviluppo morfologico, la sopravvivenza e la qualità di ostriche concave allevate nella Sacca, confrontando tempi diversi di emersione/immersione delle ostriche durante il ciclo di allevamento, controllando periodicamente le caratteristiche di qualità dell'acqua. Allo scopo sono stati confrontati tre diversi sistemi di emersione: standard aziendale variabile in funzione della situazione climatica/atmosferica vs. fisso lungo (14 ore di emersione) vs. fisso breve (7 ore di emersione).

Materiali e metodi

Lo studio è stato svolto presso un sito di allevamento (La Perla del Delta) nella Sacca degli Scardovari in prossimità del Parco Regionale Veneto del Delta del Po, a 500 metri dalla costa, in un'area avente una profondità media di 2,50 metri. Il sistema di allevamento era basato su un sistema con corde in sospensione nell'acqua, la cui emersione era regolata in maniera automatizzata e controllabile da remoto (Figura 1). L'impianto era costituito da un modulo di 12 pertiche, su ognuna delle quali venivano posizionate 12 corde della lunghezza di circa 2 m. Ciascuna corda portava 30 gocce su ciascuna delle quali sono state incollate con cemento appposito 4 ostriche per un totale di 120 individui per corda (Figura 2).



Figura 1. Impianto di allevamento



Figura 2. Incollaggio delle ostriche.

Oggetto di sperimentazione sono state tre pertiche adiacenti fra di loro e collocate al centro del modulo, prevedendo il controllo di 10 corde per ogni pertica. Sono stati confrontati tre diversi trattamenti di emersione: 1) emersione fissa breve (circa 4 ore nel mese di dicembre 2016 e 7 ore in seguito (1 pertica, 10 corde); 2) emersione fissa lunga (circa 8 ore nel mese di dicembre 2016 e 14 ore in seguito (1 pertica, 10 corde); 3) emersione variabile standard (standard aziendale variabile in funzione delle condizioni climatiche (1 pertica, 10 corde).

In totale sono state utilizzate 4320 ostriche triploidi provenienti dalla Francia messe a dimora nel mese di ottobre 2016 e raccolte a giugno 2017. Le caratteristiche biometriche sono state misurate all'incollaggio e 2, 4, 7, 8 mesi dopo sulle ostriche posizionate sulle gocce 5, 15 e 25 di ogni corda (ad una profondità di circa 0,50, 1,20 e 1,90 m). Nello specifico, sono stati misurati il peso, la mortalità, la lunghezza, la larghezza e la profondità delle ostriche (Figura 3).

Le analisi di qualità reologica e chimico-nutrizionale sono state eseguite dopo 8 mesi di stabulazione, presso il laboratorio dell'Università di Padova. In particolare, per quanto riguarda la qualità reologica, si è proceduto alla determinazione su 90 ostriche della Texture Profile Analysis (TPA) per valutarne la consistenza delle carni, e alla misurazione di colore (metodo CieLab, 1976) e pH sul muscolo adduttore. Le analisi chimiche sono state eseguite su 60 ostriche e hanno previsto la determinazione di sostanza secca, ceneri, proteina grezza ed estratto etereo (AOAC, 2000), l'analisi del profilo acido della componente lipidica e la determinazione dell'azoto totale basico volatile.



Figura 3. Rilievi biometrici.

Risultati e discussione

Qualità dell'acqua

La Tabella 1 descrive le caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua nel periodo di campionamento durante la prova di accrescimento delle ostriche (ottobre 2016-giugno 2017). La temperatura (Figura 4): ha raggiunto un minimo (1,90°C) nei mesi invernali e un massimo in estate (27,7°C) (Tabella 1). L'ossigeno disciolto è variato da un minimo di 2,08 ppm ad un massimo di 10,4 ppm (Tabella 1), mostrando i valori maggiori durante il periodo invernale-primaverile ed evidenziando una riduzione all'aumentare della temperatura e nel mese di giugno (Figura 4). Lo stesso andamento è stato misurato per la percentuale della saturazione dell'ossigeno.

Tabella 1. Caratteristiche chimico fisiche delle acque nel periodo ottobre 2016-giugno 2017.

	N	Media	DS	Minimo	Massimo
pH	351	8,30	0,22	7,80	8,98
Temperatura, °C	351	14,5	7,12	1,90	27,7
Ossigeno disciolto, ppm	351	7,96	1,74	2,08	10,4
Saturazione ossigeno, %	351	89,9	17,6	31,5	139
Solidi totali disciolti, ppm	351	21,4	2,03	17,1	29,9
Torbidità, FNU	351	4,91	5,06	0,10	22,5
Salinità, psu	351	27,2	2,60	13,8	32,0

La salinità si è mantenuta su valori relativamente costanti ed elevati nei mesi invernali; è diminuita nei mesi primaverili per poi aumentare nei mesi di giugno e luglio (Figura 4). Il valore massimo misurato è stato pari a 32,0 psu, quello minore è stato di 13,8 psu (Tabella 1). Il contenuto di solidi totali disciolti è variato con lo stesso andamento della salinità (Figura 4) e da un massimo di 29 ppm a un minimo di 17,1 ppm (Tabella 1). La torbidità, infine, è variata da un minimo di 0,10 FNU ad un massimo di 22,5 FNU (Tabella 1). Il picco di torbidità misurato nel mese di gennaio è da imputarsi ad una misurazione effettuata dopo condizioni meteorologiche sfavorevoli e mare molto agitato (Figura 4).

In Figura 4 è possibile osservare come le caratteristiche chimico fisiche delle acque non sono risultate diverse in corrispondenza delle pertiche dei diversi sistemi di emersione. Anche la rappresentazione delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque misurate alle diverse profondità in corrispondenza delle gocce 5 (circa 0,50 m di profondità), 15 (circa 1,20 m di profondità) e 25 (circa 1,90 m di profondità) non ha mostrato importanti differenze per la maggior parte delle variabili considerate nel corso della prova (dati non riportati).

Nei mesi da aprile 2018 a giugno 2018, le misurazioni della qualità dell'acqua sono state periodicamente ripetute nell'area in cui era collocato l'impianto per confermare l'evoluzione già osservata nel 2017 nella Sacca e valutare le escursioni climatiche da un anno all'altro (Figura 5).

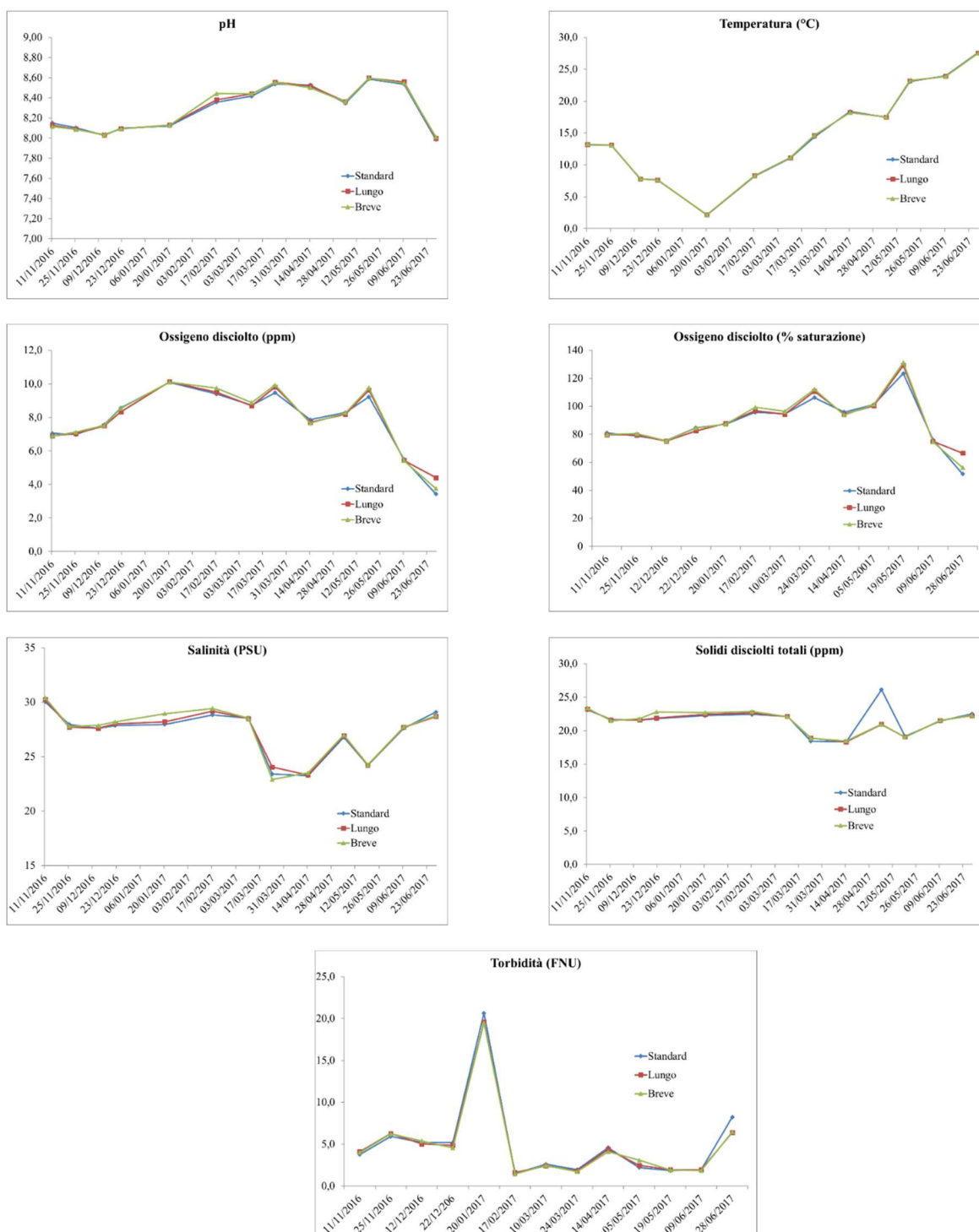


Figura 4. Caratteristiche delle acque nel corso della prova di accrescimento delle ostriche (ottobre 2016-giugno 2017) in funzione del trattamento di emersione.

Nel periodo considerato, da aprile a giugno, la temperatura media dell'acqua è risultata pari a $23,4 \pm 3,0^{\circ}\text{C}$, con una variazione da un minimo di $18,7^{\circ}\text{C}$ nel mese di aprile ad un massimo di $27,2^{\circ}\text{C}$. La quantità di clorofilla in acqua è risultata in media pari a $41,9 \pm 27,0 \mu\text{g/L}$, con una variazione da un minimo di $7,5 \mu\text{g/L}$ nel mese di aprile a un massimo di $86,4 \mu\text{g/L}$ alla misurazione effettuata verso la fine del mese di maggio. Il pH medio dell'acqua si è attestato sul valore di $8,29 \pm 0,25$ nel Sito 2, variando da un minimo di 7,74 misurato nel mese di maggio ad un massimo di 8,50 misurato a fine

maggio-primi di giugno. La salinità si è attestata in media sul valore di $23,7 \pm 2,97$ PSU, variando da un minimo 19,6 PSU a un massimo 29,7 PSU. In quanto all'ossigeno disciolto in acqua, il suo contenuto è risultato mediamente pari a $6,18 \pm 1,23$ ppm per una percentuale di saturazione media del $82,4 \pm 17,0\%$.



Figura 5. Caratteristiche delle acque in Sacca nel periodo aprile-giugno 2018.

Nel periodo preso in considerazione, la percentuale di saturazione dell'ossigeno nell'acqua è cresciuta dal mese di aprile al mese di maggio, in cui ha fatto registrare i suoi massimi valori, ed è

diminuita verso la fine del mese di giugno fino al 48,7% per 3,60 ppm misurato al 25 giugno). Anche se non sono state effettuate misure specifiche, è possibile che queste condizioni abbiano favorito in anossia la formazione di composti solforati.

La quantità di solidi totali sospesi (TDS) è risultata in media pari a $18,7 \pm 2,09$ ppm, variando da un minimo di 15,7 ppm misurato a fine aprile ad un massimo di 22,9 ppm rilevato ai primi di maggio. La torbidità è risultata mediamente pari a $3,5 \pm 2,25$ FNU. La presenza di picchi nelle misurazioni della torbidità appare legata anche a problematiche legate al campionamento e allo spostamento dell'imbarcazione e alla movimentazione di alcune lanterne in acqua durante le misurazioni.

Dimensioni e sviluppo delle ostriche

All'incollaggio (17 ottobre 2016), le ostriche consegnate hanno presentato un'estrema variabilità di dimensioni. Il peso medio misurato è risultato pari a 6,04 g per ostrica, con un minimo di 1,00 g ed un massimo di 16,0 g e per un coefficiente di variabilità residua (rapporto fra deviazione standard e media/100) pari al 43,5%; la lunghezza media è stata pari a 39,8 mm, con una variazione da 22,0 mm a 72,5 mm; la larghezza è risultata in media pari a 23,9 mm con una variazione da 10,8 mm a 39,4 mm. Il rapporto tra la profondità e la lunghezza è stato pari in media a 0,29; il rapporto fra la larghezza e la lunghezza si è attestato sul valore di 0,61 (Tabella 2).

Tabella 2. Caratteristiche biometriche delle ostriche al momento dell'incollaggio.

	N.	Media	DS	Minimo	Massimo
Peso ostrica intera, g	432	6,04	2,63	1,00	16,0
Lunghezza, mm	432	39,8	8,38	22,0	72,5
Larghezza, mm	432	23,9	4,39	10,8	39,4
Profondità, mm	432	11,6	2,92	5,50	33,6
Profondità/lunghezza	432	0,29	0,06	0,16	0,66
Larghezza/lunghezza	432	0,61	0,10	0,26	1,15

La classe di peso più frequente è stata rappresentata da individui con un peso compreso fra 5,80 g e 7,00 g (26% di tutta la popolazione), seguita dalla classe che ricomprendeva gli individui con un peso da 4,60 a 5,80 g (16%) e dalle classi di peso compreso fra 3,40 e 4,60 g (13%) e 2,20 e 3,40 g (12%) (Figura 6). Tutti le altre classi di peso hanno presentato una frequenza inferiore al 10%.

Riguardo alla lunghezza (Figura 6), ben il 90% delle ostriche incollate ha presentato una lunghezza superiore alla lunghezza minima considerata utile per l'inizio della fase di ingrasso (30-40 mm) (Turolla e Rossi, 2005). Infine, il 23% delle ostriche ha presentato una larghezza fra 16,8 e 20,8 mm; la maggior parte, il 54%, ha presentato una larghezza compresa fra 20,8 mm a 26,8 mm; per un altro 16% è stata misurata una larghezza da 26,8 a 30,8 mm (Figura 6). Le rimanenti ostriche hanno presentato larghezza inferiore a 16,8 mm o superiore a 30,8 mm.

Nella Figura 7 sono rappresentate le distribuzioni della lunghezza e della larghezza di tutte le ostriche controllate al momento della raccolta (8 mesi dall'incollaggio, 28 giugno 2017) su tutte le corde in sperimentazione e prima della raccolta delle ostriche destinate alle analisi di laboratorio. Il prodotto è risultato più uniforme rispetto a quanto rilevato inizialmente. Il 23% delle ostriche ha presentato una lunghezza compresa fra 60,1 mm e 70,1 mm; il 43% da 70,1 mm a 80,1 mm; il 24% da 80,1 a 90,1 mm. In quanto alla larghezza, il 16% delle ostriche era larga da 40,9 mm a 51,7 mm; il 60% presentava larghezza da 51,7 mm a 67,9 mm e un altro 18% misurava da 67,9 mm a 78,7 mm (Figura 7).

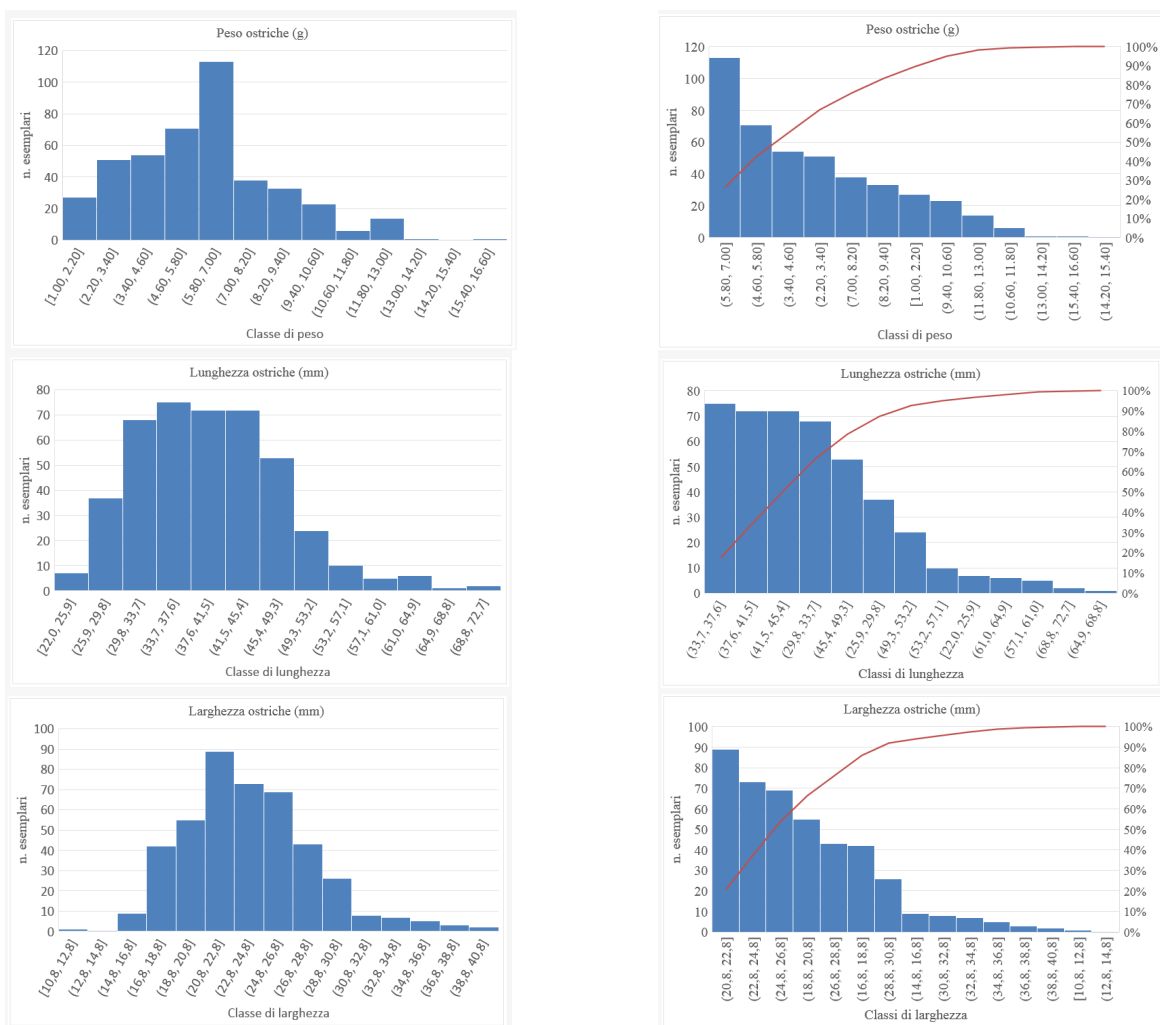


Figura 6. Distribuzione di peso, lunghezza e larghezza delle ostriche al momento dell'incollaggio.

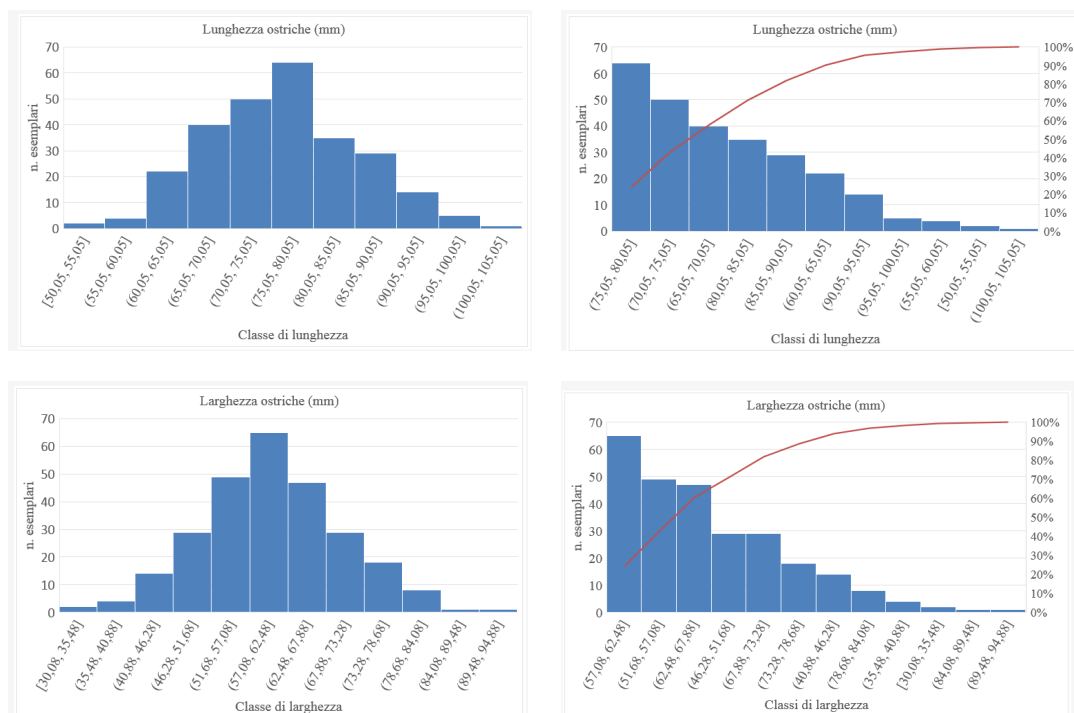


Figura 7. Distribuzione di lunghezza e larghezza delle ostriche alla raccolta, 8 mesi dopo l'incollaggio.

Premesso che la lunghezza e la larghezza misurate al momento dell'incollaggio erano pari a 39,8 mm e 23,9 mm, rispettivamente (Tabella 2), il valore misurato dopo 2 mesi per le due grandezze è risultato pari a 45,2 mm e 33,4 mm (Tabella 3), rispettivamente, ad indicare uno sviluppo degli animali nei mesi compresi fra ottobre e dicembre.

Nella Tabella 3 è riportato inoltre l'effetto dei fattori sperimentali considerati sulla lunghezza e la larghezza delle ostriche sulle corde nei diversi campionamenti e a partire dal mese di dicembre. L'effetto del tempo di campionamento è risultato sempre altamente significativo ($P < 0,001$). In particolare, dal confronto delle medie, risulta che la lunghezza delle ostriche è inferiore a 2 e 4 mesi dall'incollaggio (dicembre e febbraio) rispetto a 7 e 8 mesi dallo stesso (maggio e giugno) (45,2 mm e 47,0 mm vs. 77,6 mm e 76,0 mm). Inoltre, non cambia fra 2 e 4 mesi, così come non cambia fra 7 e 8 mesi.

Anche per la larghezza, i valori minori sono stati misurati a 2 e 4 mesi dall'incollaggio e quelli maggiori a 7 e 8 mesi ($P < 0,001$). Tuttavia, in questo caso, la larghezza è significativamente diminuita fra i 7 e gli 8 mesi (da 64,9 mm a 59,6 mm). Per spiegare questo risultato, si può ipotizzare che la mortalità osservata fra 7 e 8 mesi (in condizioni di alte temperature e minore disponibilità di ossigeno), sotto descritta, sia stata a carico delle ostriche più grandi. Anche il rapporto larghezza/lunghezza è variato nella stessa direzione ai diversi campionamenti, mostrando un aumento proporzionalmente maggiore della larghezza rispetto alla lunghezza con la crescita delle ostriche e una uniformità fra i campionamenti a 2 e 4 mesi e fra quelli a 7 e 8 mesi.

Tabella 3. Effetto del sistema di emersione e della posizione lungo la corda sulle caratteristiche biometriche delle ostriche ai diversi campionamenti

	Tempo (mesi) (T)				Sistema emersione(S)			Goccia (G)			Prob.			DSR
	2	4	7	8	Breve	Lungo	Standard	5	15	25	T	S	G	
Lunghezza, mm	45,2 ^a	47,0 ^a	77,6 ^b	76,0 ^b	61,0 ^a	60,4 ^a	63,0 ^b	63,6 ^c	59,1 ^a	61,6 ^b	<0,001	<0,001	<0,001	9,19
Larghezza, mm	33,4 ^a	33,1 ^a	64,9 ^c	59,6 ^b	47,4 ^b	46,8 ^a	49,0 ^b	49,1 ^b	45,2 ^a	48,9 ^b	<0,001	<0,01	<0,001	7,93
Larghezza/lunghezza mm	0,74 ^a	0,71 ^a	0,84 ^b	0,80 ^b	0,78	0,77	0,79	0,76 ^a	0,76 ^a	0,80 ^b	<0,001	0,42	0,05	0,20

Per quanto riguarda l'effetto del sistema di emersione utilizzato, le ostriche che hanno mostrato una lunghezza maggiore sono state quelle allevate con il sistema standard rispetto a quelle allevate con il sistema di emersione breve e lungo (63,0 mm vs. 61,0 mm e 60,4 mm; $P<0,001$); le larghezze maggiori (47,4 mm e 49,0 mm) sono state misurate nelle ostriche del sistema breve e del sistema standard rispetto a quelle allevate con il sistema di emersione lungo (46,8 mm) ($P<0,01$) (Tabella 3).

Mediamente, anche la posizione della goccia lungo la corda ha determinato significative variazioni della lunghezza e della larghezza delle ostriche. In particolare, la lunghezza è risultata crescente dalle ostriche posizionate sulle gocce intermedie (goccia 15) a quelle inferiori (goccia 25) con i valori maggiori per le ostriche delle gocce più superficiali (goccia 5) (59,1 mm vs. 61,6 mm vs. 63,6 mm; $P<0,001$). In termini di larghezza, le ostriche delle gocce più superficiali e quelle delle gocce più in profondità hanno presentato le misure maggiori rispetto alle ostriche della posizione intermedia (49,1 mm e 48,9 mm vs. 45,2 mm; $P<0,001$). Il rapporto larghezza/lunghezza delle ostriche ha mostrato uno sviluppo in larghezza significativamente maggiore per le ostriche sulle gocce più profonde rispetto a quelle superiori e intermedie (0,80 vs. 0,76; $P\leq 0,05$) (Tabella 3).

Essendo stata misurata un'interazione significativa fra il tempo di campionamento e il sistema di emersione utilizzato, in Figura 8 è rappresentata la lunghezza delle ostriche allevate con i diversi sistemi di emersione per i diversi campionamenti. In particolare, si nota come per i sistemi di emersione breve e lungo non ci siano state variazioni di lunghezza fra i 2 e i 4 mesi dall'incollaggio, mentre nel sistema standard le ostriche hanno mostrato un aumento della lunghezza fra i due campionamenti indicati. Inoltre, fra il campionamento a 7 e quello a 8 mesi dall'incollaggio, nel sistema lungo e standard non si sono osservate variazioni di lunghezza, mentre la lunghezza è diminuita in questo intervallo di tempo per le ostriche del sistema di emersione breve (Figura 8).

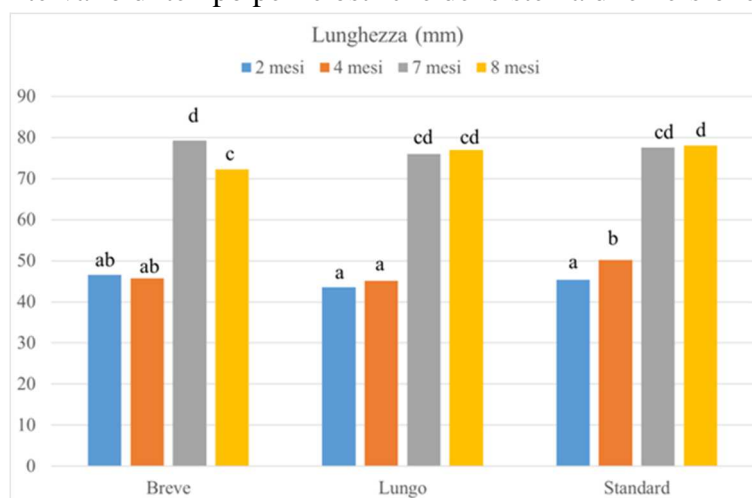


Figura 8. Lunghezza delle ostriche in occasione dei diversi campionamenti e in funzione del sistema di emersione utilizzato (interazione tempo x sistema di emersione, $P<0,001$).

In Figura 9 è riportato l'andamento della larghezza in funzione del sistema di allevamento nei diversi periodi. Anche in questo caso, per i sistemi di emersione breve e lungo non ci sono state variazioni di larghezza delle ostriche fra i 2 e i 4 mesi, mentre nel sistema standard le ostriche hanno mostrato un aumento della larghezza fra i due campionamenti. Inoltre, fra il campionamento a 7 e quello a 8 mesi, nel sistema standard non si sono osservate variazioni, mentre la larghezza è diminuita in questo intervallo di tempo per le ostriche del sistema di emersione breve e per quelle del sistema di emersione lungo.

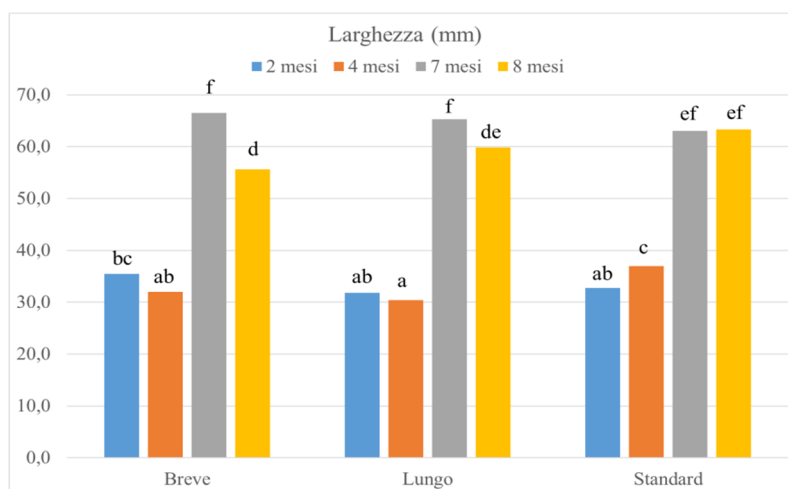


Figura 9. Larghezza delle ostriche in occasione dei diversi campionamenti e in funzione del sistema di emersione utilizzato (interazione tempo x sistema di emersione, $P < 0,001$).

Infine, se si confrontano i trattamenti di emersione entro tempo di campionamento (Figure 7 e 8), è possibile osservare che: i) dopo 2 mesi, non ci sono differenze di lunghezza o larghezza fra le ostriche dei tre gruppi di emersione; ii) dopo 4 mesi, le ostriche sottoposte ad emersione standard mostrano maggiore sviluppo rispetto a quelle del sistema di emersione breve (per larghezza ostrica) e lunga (per lunghezza e larghezza ostrica); iii) a 7 mesi, non ci sono differenze di lunghezza o larghezza; iv) dopo 8 mesi, le ostriche sottoposte ad emersione standard mostrano lunghezza e larghezza maggiore rispetto a quelle sottoposte ad emersione breve.

Non essendo disponibili dati relativi a sistemi in sospensione su corde in Italia, non è possibile un confronto diretto fra l'accrescimento misurato nella nostra sperimentazione e quello degli altri lavori condotti sulle ostriche. Inoltre, trattandosi negli altri casi di sistemi sottoposti ad immersione continua, non sono disponibili dati sul possibile effetto del tempo di emersione. Nelle nostre condizioni, l'ipotesi era che con tempi di emersione breve si potesse favorire l'accrescimento delle ostriche e ridurre la durata del ciclo di allevamento, aumentando i tempi di alimentazione. D'altra parte si voleva verificare se l'impiego di tempi di emersione lunga avrebbe potuto favorire la qualità delle ostriche dopo la raccolta, migliorando la capacità di mantenimento di chiusura delle valve, caratteristica richiesta dal mercato. Infine, poiché il programma di emersione standard era stato sviluppato in Francia, la sperimentazione voleva anche verificare il suo impatto nelle condizioni della Sacca degli Scardovari.

Il confronto con i dati disponibili è reso anche difficile dalle diverse taglie di partenza e finali in ogni sperimentazione e dal diverso periodo di allevamento. Tuttavia, vale la pena di ricordare alcuni dati ottenuti in sperimentazioni in Italia, in mare e in laguna, in condizioni ambientali diverse, su *Crassostrea gigas*.

In una sperimentazione condotta in medio Adriatico, circa 5 miglia a Sud di Ancona nella baia di Portonovo, con batterie di cestelli di ostriche immerse a 10 m di profondità da aprile ad ottobre, partendo da ostriche di lunghezza media pari 14,3 mm per un peso di 0,32 g, è stato osservato un accrescimento molto contenuto fino al mese di maggio (Lucchetti e Sala, 2007). Successivamente, l'accrescimento è aumentato in maniera rilevante in giugno-luglio e si è mantenuto fino al termine della sperimentazione (ottobre), quando le ostriche hanno raggiunto una lunghezza media pari a 62,4 mm per un peso di 25,6 g.

In più prove di allevamento condotte presso un impianto di molluschicoltura long line a Cattolica, situato a circa 1,5 miglia dalla costa con 11 metri di profondità in cestelli, è stata dimostrata la buona capacità di accrescimento di ostriche *C. gigas*, sia diploidi che triploidi. In particolare, la lunghezza delle ostriche diploidi è aumentata dai 6,9 mm all'inizio del ciclo, nel mese di maggio, ai 74,4 mm misurati nel mese di marzo dell'anno successivo, con l'accrescimento maggiore fra i mesi di giugno e gennaio. Nelle ostriche triploidi è stato misurato lo stesso andamento, con un aumento della lunghezza da 10,4 mm a 70,8 mm da maggio a marzo dell'anno successivo (Prioli, 2013).

Nelle nostre condizioni, in laguna, le ostriche hanno mostrato un accrescimento nei primi due mesi (ottobre-dicembre), mentre non sono cresciute in lunghezza o in larghezza durante i mesi più freddi (fra dicembre e febbraio). Diversamente, hanno ripreso a svilupparsi fra febbraio e maggio, all'aumentare della temperatura e della disponibilità di alimento. L'arresto dello sviluppo nell'ultimo mese, giugno, è da attribuirsi all'aumento delle temperature e alla riduzione della disponibilità di ossigeno, come già osservato in mare (Prioli, 2013) o in altri sistemi in laguna (Chessa e coll., 2013) anche da altri autori.

Nello stagno di Calich, in Sardegna, in un sistema di allevamento con lanterne in sospensione, sono stati necessari 12 mesi per portare le ostriche (*O. edulis*) da una lunghezza iniziale di 49,5 mm a una lunghezza finale di 82,7 mm, corrispondenti ad ostriche aventi profondità di 27,9 mm e peso di 89,5 g (Pais e coll., 2007). Sempre in Sardegna, nella laguna di Tortoli, in un sistema di allevamento con contenitori galleggianti o sommersi a 50 cm di profondità, in 6 mesi (da febbraio a luglio) le ostriche (*C. gigas*) hanno mostrato un aumento di peso da 1,41 g a 63,3 g in contenitori galleggianti e 87,9 g in contenitori sommersi (Chessa e coll., 2013).

Infine, Turolla e Rossi (2005) hanno valutato le prestazioni e la mortalità di *C. gigas* nella fase di preingrasso e fino a 30-40 mm di lunghezza in laguna e in mare utilizzando sistemi long line con contenitori di tipo diverso (lanterne cinesi in rete o cassette in plastica di tipo rigido) e diverse densità di allevamento. Il pre-ingrasso in laguna è stato realizzato in sei mesi, da ottobre a marzo, durante i quali l'80% degli esemplari ha raggiunto la taglia minima (30 mm) per l'ingrasso, partendo da una lunghezza di 7,7 mm. Anche in questo caso, e come osservato nella nostra sperimentazione, l'accrescimento delle ostriche si è arrestato quando la temperatura ha raggiunto i 5°C, nei mesi di gennaio e febbraio. Secondo i risultati di questi autori, la fase di pre-ingrasso è risultata più veloce quando realizzata in mare piuttosto che in laguna. Nella fase di ingrasso delle ostriche, svolta interamente in mare da marzo a novembre, l'accrescimento è stato influenzato dalla profondità cui erano stati posti i contenitori ed è risultato maggiore per le ostriche posizionate a 3 m di profondità rispetto a quelle a 6 m (Turolla e coll., 2005).

Mortalità durante l'allevamento

La Tabella 4 mostra la mortalità cumulativa, espressa rispetto al numero di ostriche inizialmente incollate sulle corde, considerando l'effetto del sistema di emersione e della posizione delle gocce ai diversi tempi di campionamento. L'analisi è stata effettuata raggruppando le gocce posizionate a profondità diversa lungo la corda e considerando tratti di corda con lunghezza di circa 30 cm. Dopo due mesi di ingrasso in laguna, la mortalità non è risultata significativamente diversa in funzione del sistema di emersione e si è attestata sul valore medio del 24,7%. L'assenza di effetti è facilmente spiegabile con il fatto che nei primi due mesi tutte le ostriche sono sempre state mantenute immerse per 24 ore, per evitare ulteriori stress alle stesse. A quattro mesi dall'incollaggio, la mortalità totale rispetto alle ostriche iniziali è risultata diversa fra i tre sistemi e variabile dal 30,8% nel sistema di emersione lungo al 29,4% nel sistema breve e al 25,5% nel sistema standard. La mortalità cumulativa

a 7 mesi è ulteriormente aumentata per tutti i gruppi, risultando ancora una volta diversa in funzione del sistema di emersione con il 54,0% e il 51,3% nei sistemi lungo e breve e con il 33,0% nel sistema standard. Infine, la mortalità cumulativa a 8 mesi dall'incollaggio ha mostrato un aumento rispetto a quella misurata a 7 mesi e il mantenimento delle differenze già illustrate fra i sistemi di emersione (66,8% e 63,3% per le ostriche dei sistemi emersione breve e lunga e 44,3% per quelle del sistema di emersione standard ($P < 0,001$) (Tabella 4).

La rappresentazione grafica dell'incremento di mortalità da un campionamento all'altro in funzione del sistema di emersione utilizzato riportata nella Figura 10 permette di evidenziare come il contributo più importante alla mortalità totale sia stato misurato proprio nei primi due mesi dopo l'incollaggio (ottobre-dicembre), e senza differenze fra i sistemi di emersione, come già commentato. Nel secondo periodo, da 2 a 4 mesi dall'incollaggio (dicembre-febbraio), in presenza di temperature ancora basse e con i diversi sistemi di emersione già operativi, è stato misurato un incremento medio della mortalità di 3,9 punti percentuali, ma con un incremento maggiore nelle ostriche dei sistemi di emersione breve e lunga (+4,17 e +5,69 punti percentuali) rispetto a quelle del sistema standard (+1,67). Nel periodo da 4 a 7 mesi, da febbraio a maggio, in condizioni di temperatura crescente e maggiore disponibilità di alimento, si è avuto un incremento notevole della mortalità non immediatamente comprensibile. In questo periodo, il maggiore incremento di mortalità è stato misurato per i due sistemi di emersione breve e lunga (+24,6 e +20,5 punti percentuali) rispetto al sistema standard (+7,5 punti percentuali). Infine, fra i 7 e gli 8 mesi, nei mesi di maggio e giugno, durante i quali si è verificato un importante incremento della temperatura dell'acqua e una riduzione della disponibilità di ossigeno, l'incremento di mortalità delle ostriche nei tre sistemi è stato simile e si è attestato su +12,1 punti percentuali.

Tabella 4. Effetto del sistema di emersione e della posizione della goccia sulla mortalità cumulativa (% delle ostriche iniziali) in momenti diversi dopo l'incollaggio.

	Sistema di emersione (S)			Goccia (G)						Prob.		
	Breve	Lungo	Standard	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	S	G	S x G
	%	%	%	%	%	%	%	%	%			
Tempo dall'incollaggio:												
2 mesi	25,21	25,14	23,82	21,67	27,08	30,97	26,39	25,69	16,53	0,45	<0,001	0,01
4 mesi	29,38	30,83	25,49	27,92	30,14	35,42	30,42	29,58	17,92	<0,01	<0,001	0,07
7 mesi	53,96	51,32	32,99	35,00	40,69	50,69	53,47	54,72	41,94	<0,001	<0,001	<0,001
8 mesi	66,81	63,33	44,31	45,00	53,75	62,92	65,97	66,81	54,44	<0,001	<0,001	<0,01

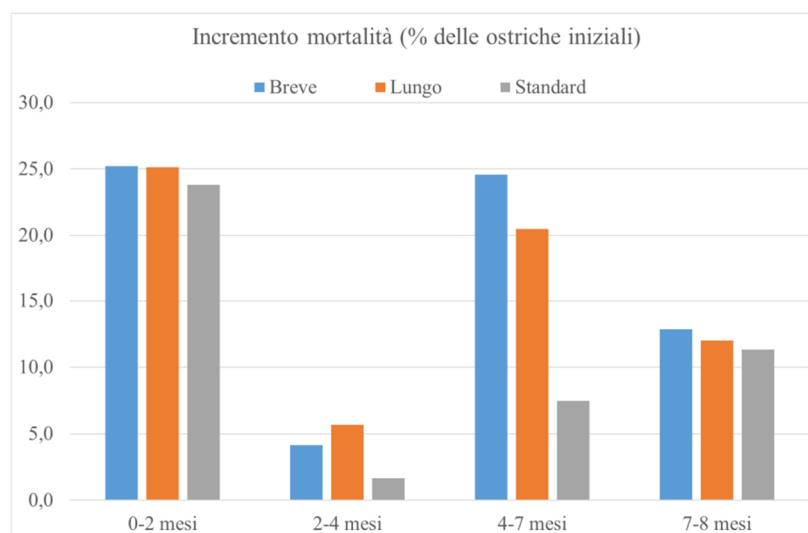


Figura 10. Incremento della mortalità (% rispetto al numero iniziale di ostriche) da un campionamento all'altro in funzione del sistema di emersione utilizzato.

Le differenze di mortalità fra i diversi sistemi di emersione non sono immediatamente comprensibili né sono disponibili informazioni bibliografiche utili in questo senso. Si potrebbe ipotizzare che nei mesi più freddi, da dicembre a febbraio, nel sistema standard la possibilità di lasciare le ostriche in immersione in caso di condizioni sfavorevoli (temperatura ambientale eccessivamente bassa, eccessiva ventosità) consenta di limitare lo stress e l'esposizione delle ostriche a condizioni sfavorevoli e, quindi, riduca la mortalità. Questo potrebbe ancora essere vero nel mese di marzo e nel primo periodo primaverile e quando possono essere maggiori anche le fluttuazioni stagionali e giornaliere delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque.

Per quanto riguarda l'effetto sulla mortalità della posizione delle gocce lungo la corda, e quindi della profondità cui erano immerse le gocce, questo è risultato significativo fin dal primo campionamento (Tabella 4). In particolare, durante il periodo invernale, sia al campionamento a 2 mesi che a quello a 4 mesi la mortalità cumulativa è risultata più bassa in corrispondenza delle gocce collocate più in profondità (gocce 25-30, 16,5% e 17,9%). A 7 mesi, la mortalità totale delle ostriche è risultata minore in corrispondenza delle gocce più superficiali (gocce 1-10 collocate nei primi 90 cm di profondità) e delle gocce più in profondità (26-30 collocate fra 1,90 e 2,20 m di profondità) rispetto alle altre. Le differenze di mortalità si sono mantenute anche in corrispondenza dell'ultimo campionamento effettuato a 8 mesi dall'incollaggio.

La rappresentazione dell'incremento della mortalità da un campionamento all'altro in funzione della posizione delle ostriche lungo le gocce conferma che nei primi due mesi di stabulazione in laguna sulle corde la mortalità è stata minore negli esemplari collocati a maggiore profondità (Figura 11), come già commentato. Inoltre, l'incremento di mortalità misurato da 2 a 4 mesi è stato maggiore per le gocce comprese nella parte superiore e centrale della corda (gocce in posizione 1-5 in particolare) rispetto a quelle collocate nelle gocce inferiori (gocce 25-30). Infine, l'incremento misurato dai 4 ai 7 mesi di stabulazione è stato crescente dalle ostriche collocate nella prima metà della corda all'aumentare della profondità (+7,1, +10,6 e +15,3 punti percentuali per le ostriche delle gocce 1-5, 6-10 e 11-15, rispettivamente) e superiore per le gocce che si trovavano nella seconda metà della corda (+24,1 punti percentuali in media per le gocce 16-30). Infine, fra il settimo e l'ottavo mese l'incremento di mortalità è risultato più omogeneo e distribuito fra tutte le gocce, anche se è stato misurato un incremento numericamente minore sulle gocce della prima parte delle corde (1-5).

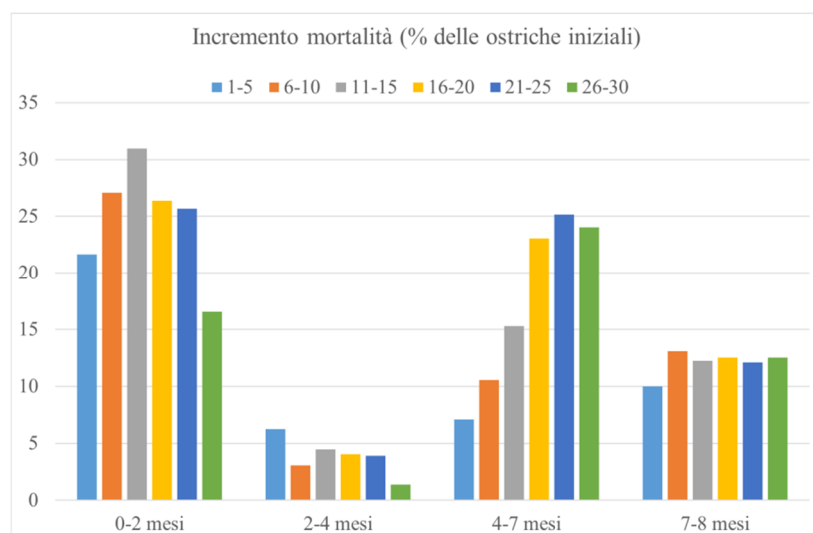


Figura 11. Incremento della mortalità (% rispetto al numero iniziale di ostriche) da un campionamento all'altro in funzione della posizione delle gocce lungo la corda.

L'effetto della profondità delle gocce sulla mortalità potrebbe essere spiegato in funzione delle variazioni di temperatura lungo la colonna d'acqua durante i mesi di allevamento. La minore mortalità misurata per le gocce più in profondità durante i primi due mesi (fino a dicembre), in cui le corde erano sempre immerse, potrebbe essere dipesa da una maggiore temperatura e dalle minori variazioni che potrebbero aver interessato lo strato più profondo al diminuire della temperatura ambientale. Diversamente, le gocce più superficiali potrebbero aver risentito maggiormente delle variazioni di temperatura giornaliere e stagionali. In maniera simile, si potrebbe spiegare il minore incremento di mortalità fra 2 e 4 mesi per le ostriche delle gocce più profonde. Il minore incremento di mortalità delle gocce più superficiali all'aumentare della temperatura ambientale da febbraio a maggio (da 4 a 7 mesi) potrebbe essere invece spiegato con la maggiore disponibilità di alimento delle gocce della prima parte della corda che ha interessato prima l'acqua più superficiale rispetto a quella degli strati inferiori in funzione della temperatura.

In mare aperto, questi effetti possono essere più evidenti: Turolla e Rossi (2005) hanno misurato una minore mortalità delle ostriche all'ingrasso allevate da marzo a novembre in sistemi in sospensione a 3 m che non a 6 m di profondità (41,8% vs. 76,3%) e hanno attribuito queste differenze alla minore disponibilità alimentare a 6 m di profondità.

Qualità delle ostriche alla raccolta

Dopo 8 mesi di ingrasso, in laboratorio sono state valutate le caratteristiche biometriche e la qualità su un campione delle ostriche allevate con i diversi sistemi di emersione e prelevate dalla goccia in posizione intermedia.

Il peso medio delle ostriche è risultato pari a 63,8 g ed è variato significativamente in funzione del sistema di emersione: sono risultate più leggere le ostriche sottoposte ad emersione breve rispetto a quelle sottoposte ad emersione lunga e standard (56,8 g vs. 66,3 g e 68,3 g; $P < 0,01$) (Tabella 5).

Tabella 5. Effetto del sistema di emersione sulle caratteristiche biometriche delle ostriche a 8 mesi dall'incollaggio.

	Sistema di emersione			Prob.	DSR
	Breve	Lungo	Standard		
Ostriche, n	30	30	30		
Peso ostrica, g	56,8 ^a	66,3 ^b	68,3 ^b	<0,01	14,08
Lunghezza, mm	71,6 ^a	77,2 ^b	78,1 ^c	0,01	8,68
Larghezza, mm	50,8	55,0	55,6	0,06	8,28
Profondità, mm	27,0 ^a	29,7 ^b	29,2 ^c	<0,01	3,15
Profondità/lunghezza, mm	0,38	0,38	0,38	0,70	0,05
Larghezza/lunghezza, mm	0,71	0,72	0,72	0,94	0,10
Fattore di condizione I ¹	0,352	0,321	0,331	0,12	0,057
Fattore di condizione II ²	0,118	0,115	0,118	0,81	0,021
Impronta muscolo sulla valva					
Lunghezza, mm	17,0 ^a	18,4 ^b	17,9 ^{ab}	0,02	1,89
Altezza, mm	13,5 ^a	14,5 ^b	14,4 ^{ab}	0,03	1,49
Lunghezza del legamento, mm	18,2 ^a	19,4 ^{ab}	20,2 ^b	0,01	2,50

¹Contenuto fresco/peso totale x 100. ²Contenuto secco/peso valve x 100 (Fratini e coll., 2013).

Le ostriche campionate hanno presentato una lunghezza media pari a 75,6 mm, in linea con la lunghezza media misurata su tutte le ostriche controllate sulle corde prima della raccolta (76,0 mm; Tabella 5). Anche le differenze di lunghezza in funzione del sistema di emersione sono risultate coerenti con quanto misurato sulle ostriche sulle corde e la lunghezza minore è stata misurata per le ostriche allevate con il sistema di emersione breve rispetto a quelle con sistema di emersione lunga o standard (71,6 mm, 77,2 mm e 78,1 mm; $P<0,01$). Le differenze di larghezza e profondità sono risultate sempre a svantaggio delle ostriche allevate con il sistema di emersione breve, meno larghe ($P<0,10$) e meno profonde ($P<0,01$) rispetto alle altre (Tabella 5). Il rapporto profondità/lunghezza delle valve è risultato mediamente pari a 0,38 e non influenzato dal trattamento. Inoltre, questo rapporto è sempre risultato superiore al limite minimo (0,316) considerato utile per la classificazione delle ostriche come di “buona qualità” in funzione della forma (Brake e coll., 2003). Le ostriche con valori inferiori a 0,22 sono classificate di qualità non adeguata.

Il fattore di condizione delle ostriche, calcolato sia sul fresco (fattori di condizione I) che sul secco (fattore di condizione II), non è variato in funzione del trattamento di emersione (in media 0,334 e 0,117, rispettivamente) (Tabella 5).

La lunghezza del legamento è risultata significativamente minore e l'impronta del muscolo misurata sulla valva piatta ha mostrato minore lunghezza ed altezza nelle ostriche allevate con il sistema di emersione breve rispetto a quelle allevate con i sistemi di emersione lunga o standard. Sulla base delle informazioni bibliografiche disponibili, questo risultato può essere spiegato dal fatto che le ostriche sottoposte a tempi più lunghi di emersione esercitano e sviluppano maggiormente il muscolo adduttore per mantenere la chiusura delle valve rispetto a quelle che sono sottoposte a tempi di emersione inferiori (Wang, 2015).

In quanto all'effetto del trattamento sulle caratteristiche reologiche del muscolo, pH e colore non sono state evidenziate variazioni significative (Tabella 6).

Tabella 6. Effetto del sistema di emersione sulle caratteristiche reologiche del muscolo delle ostriche a 8 mesi dall'incollaggio.

	Sistema di emersione			Prob.	DSR
	Breve	Lungo	Standard		
Ostriche, n.	30	30	30		
pH	6,20	6,19	6,17	0,44	0,08
L*	62,3	60,5	59,8	0,17	5,10
a*	1,33	1,46	1,58	0,54	0,87
b*	18,8	18,5	18,7	0,90	2,37
C*	18,8	18,6	18,7	0,91	2,40
H*	86	85,6	82,2	0,45	2,40
Durezza, g	1034 ^a	1422 ^b	1430 ^b	0,02	607
Coesività	0,52 ^{ab}	0,53 ^b	0,49 ^a	0,04	0,06
Elasticità, mm	1,57	1,44	1,63	0,33	0,48
Masticabilità, g/mm	790	1087	1160	0,06	607

Il pH è risultato in media pari a 6,19; l'indice di luminosità si è attestato su 60,9, quello del rosso su 1,45, e quello del giallo su 18,7. Come già riportato da Fratini e coll. (2013) su mantello e branchie di ostriche di laguna e di mare, la colorazione è risultata sul grigio e con una certa componente di giallo. La *texture profile analysis* ha mostrato alcune differenze in termini di durezza e coesività (Tabella 6). In particolare, il muscolo delle ostriche sottoposte ad emersione breve ha mostrato minore durezza rispetto alle ostriche del sistema lungo e standard ($P < 0,05$). Inoltre, le ostriche dei sistemi breve e lungo hanno mostrato maggiore coesività rispetto a quelle del sistema standard. Ancora una volta, come già riportato da altri autori (Wang, 2015), le differenze di durezza del muscolo possono essere attribuite ai diversi tempi di emersione e al diverso esercizio: i muscoli meno esercitati al mantenimento della chiusura (tempo breve) sono più teneri di quelli più esercitati (tempo lungo e standard).

La composizione chimica delle ostriche è risultata simile (Tabella 7), così come prevedibile sulla base dell'assenza di differenze nel fattore di condizione in funzione del trattamento di emersione.

Tabella 7. Effetto del sistema di emersione sulla composizione chimica delle ostriche a 8 mesi dall'incollaggio.

	Sistema di emersione			Prob.	DSR
	Breve	Lungo	Standard		
Ostriche, n.	20	20	20		
Umidità, %	75,7	75,8	75,1	0,42	1,37
Ceneri, %	1,80	1,92	1,91	0,31	0,19
Proteina grezza, %	11,0	11,0	11,1	0,99	0,74
Estratto etereo, %	3,28	3,26	3,38	0,57	0,26
Estrattivi inazotati, %	8,19	7,95	8,59	0,40	1,04
Azoto basico volatile totale, mg/100 g	4,63	4,44	5,07	0,61	1,02

Il contenuto di azoto basico volatile totale misurato sul prodotto fresco nelle ostriche della nostra prova, infine, è risultato mediamente pari a 4,71 mg/100 g. I contenuti di proteina grezza (in media 11%), quello di estratto etereo (in media 3,30%) e quello di estrattivi inazotati (8,24%) sono risultati

in linea con valori riscontrati in altri lavori (Costil e coll., 2005; Lira e coll., 2013; Pogoda e coll., 2013).

Infatti, i fattori in grado di modificare la composizione chimica delle ostriche sono soprattutto la stagione e l'attività riproduttiva, oltre che il sito di allevamento (Fratini e coll., 2013), in quanto modificano la disponibilità di alimento nell'ambiente di allevamento e la quantità di energia che viene ritenuta dalle ostriche sotto forma di glicogeno (Costil e coll., 2005; Lira e coll., 2013; Pogoda e coll., 2013). Inoltre, l'effetto della stagione e del periodo riproduttivo sulla composizione chimica delle ostriche è evidente ed importante nel caso di ostriche diploidi, mentre risulta molto più contenuto nel caso delle ostriche triploidi, come quelle della presente sperimentazione, che sono pressoché sterili e investono pochissima energia nella riproduzione (Jeung e coll., 2016).

L'analisi della qualità del grasso delle ostriche (Tabella 8) ha evidenziato un contenuto relativamente alto di acidi grassi saturi con particolare riferimento all'acido palmitico, C16:0, pari al 30,4% del totale degli acidi grassi. Degno di nota e di approfondimento anche il contenuto degli acidi grassi della serie n-7, tra cui il palmitoleico (C18:1 n7), relativamente comune nelle materie prime di origine marina, e il vaccenico (C20:1 n7), anche per gli effetti che possono avere sulle caratteristiche sensoriali del prodotto. Il contenuto totale di acidi grassi polinsaturi della serie n3 è risultato pari al 10% del totale, mentre gli omega 6 si sono attestati sul 3,4%.

Tabella 8. Effetto del sistema di emersione sul profilo acidico delle ostriche a 8 mesi dall'incollaggio.

	Sistema di emersione			Prob.	DSR
	Breve	Lungo	Standard		
Acidi grassi (% acidi grassi totali)					
C14:0	5,73	5,73	5,81	0,92	0,507
C16:0	30,4	30,4	30,3	0,99	1,78
C16:1n-7	5,43	5,49	5,54	0,72	0,313
C17:0	1,87	1,91	1,91	0,84	0,186
C18:0	6,02	6,06	5,96	0,86	0,430
C18:1n-9	4,17	4,24	4,31	0,65	0,338
C18:1n-7	7,28	7,26	7,47	0,34	0,342
C18:2n-6	1,59	1,73	1,75	0,55	0,352
C18:3n-3	1,94	1,81	1,80	0,66	0,371
C20:1n-15	3,67	3,74	3,75	0,74	0,253
C20:1n-12	3,67	3,74	3,75	0,74	0,253
C20:1n-7	3,39	3,33	3,29	0,74	0,278
C20:2n-9	1,38	1,32	1,35	0,80	0,186
C20:5n-3	4,63	4,33	4,45	0,92	1,688
C22:6n3 (DHA)	2,29	2,08	2,06	0,81	0,907
SFA/UFA	0,92	0,94	0,93	0,89	0,101
PUFAn3	10,4	9,72	9,80	0,87	3,129
PUFAn6	3,37	3,38	3,39	0,99	0,587
PUFAn3/PUFAn6	3,25	2,83	2,84	0,56	1,008

Conclusioni

Sulla base dei risultati ottenuti è possibile affermare che, nella Sacca degli Scardovari, le ostriche concave possono raggiungere la taglia commerciale in circa 8 mesi (da ottobre a giugno). Nelle

condizioni del presente studio, sono stati misurati un aumento di peso da 6,04 a 63,8 g, di lunghezza da 39,8 mm a 75,6 mm e di larghezza da 23,9 mm a 53,8 mm. La mortalità media delle ostriche in tutto il periodo ha raggiunto il 58% e ha mostrato un andamento differenziato nel corso della prova, con tassi elevati soprattutto nei primi due mesi di allevamento, tassi più contenuti nei successivi mesi invernali (gennaio-febbraio), un picco fra febbraio e aprile, e un ultimo incremento fra maggio e giugno, al sopraggiungere di elevate temperature e ridotta disponibilità di ossigeno.

Il confronto fra i diversi tempi di emersione delle ostriche (standard aziendale variabile in funzione delle condizioni climatiche, breve e lungo) è stato effettuato allo scopo di valutare il trattamento migliore per sviluppo morfologico, sopravvivenza e qualità delle ostriche. In tutto il periodo, i risultati migliori in termini di accrescimento e sopravvivenza sono stati ottenuti con il sistema di emersione standard, mentre il sistema di emersione breve è risultato essere quello più penalizzante, soprattutto nell'ultimo periodo di prova in condizioni ambientali sfavorevoli per temperatura e disponibilità di ossigeno. Inoltre, nel caso di emersione breve, le ostriche hanno presentato minore sviluppo del muscolo adduttore ad indicare una diversa capacità delle ostriche nella fase di post-raccolta di mantenere le valve chiuse e i requisiti qualitativi per un tempo maggiore. D'altra parte, il sistema di emersione non ha modificato le caratteristiche nutrizionali o altre caratteristiche reologiche.

La profondità di allevamento delle ostriche (posizione di incollaggio lungo la corda) ha modificato lo sviluppo dei molluschi (con i risultati migliori in posizione più superficiale e più profonda rispetto alla profondità intermedia) e la mortalità in maniera diversa durante il periodo più freddo e quello più caldo. Sia le variazioni giornaliere e stagionali della temperatura che le differenze nelle disponibilità alimentare potrebbero aver determinato questi risultati che devono essere confermati prevedendo un controllo in continuo nel corso delle 24 ore dei più importanti parametri di qualità dell'acqua nelle diverse altezze della colonna d'acqua.

In conclusione, l'allevamento delle ostriche con il sistema testato nella Sacca degli Scardovari è risultato fattibile e vantaggioso per i risultati di accrescimento e sopravvivenza ottenuti. Inoltre, il sistema ad emersione standard è risultato quello più idoneo per l'allevamento delle ostriche in termini di crescita e sopravvivenza: la possibilità di lasciare le ostriche in immersione in caso di condizioni sfavorevoli, quali temperatura ambientale eccessivamente bassa o eccessivamente elevata o eccessiva ventosità, così come la possibilità di regolare i tempi di emersione in funzione delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque e delle loro fluttuazioni giornaliere consentono di limitare lo stress e l'esposizione delle ostriche a condizioni sfavorevoli e, quindi, ridurre la mortalità.

Ulteriori approfondimenti sarebbero tuttavia necessari per la valutazione di altri parametri che non sono stati controllati in questo studio, ma che potrebbero spiegare le differenze di accrescimento e mortalità nel corso dell'allevamento, come le fluttuazioni stagionali della quantità e della qualità di alimento, le fluttuazioni giornaliere delle caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua lungo la colonna d'acqua e le cause di mortalità nella Sacca degli Scardovari. Queste informazioni consentirebbero di individuare le strategie di allevamento più idonee nelle diverse condizioni stagionali consentendo le migliori prestazioni di crescita e, soprattutto, la minore mortalità durante tutto l'anno, così da aumentare i margini economici dell'allevatore.

Attività di divulgazione tecnica e scientifica

Al fine di rendere massima la divulgazione dei risultati ottenuti, sulla pagina web dei due Dipartimenti coinvolti (BCA e DAFNAE) è stata predisposta una pagina dedicata al progetto consultabile agli indirizzi:

<https://www.dafnae.unipd.it/allevamento-ostriche>

<https://www.bca.unipd.it/messa-punto-di-un-sistema-innovativo-e-sostenibile-di-produzione-delle-ostriche-sacca-di-scardovari>

Le attività e i risultati del progetto sono stati presentati in occasione di **Aquafarm** (Pordenone) con i dipartimenti BCA, DAFNAE e Università di Padova espositori sia nell'edizione del 2017 che in quella del 2018:

<http://www.aquafarm.show/edizione-2017/>

<http://www.aquafarm.show/edizione-2018/>

Nell'edizione di **Aquafarm** del 2018, sono stati presentati un abstract scientifico e due poster relativi ai risultati del progetto e alle attività programmate come di seguito specificato:

- Trocino A., Gratta F., Birolo M., Zomeño C., Rossetti E., Xiccato G. (2018). Prestazioni e mortalità di ostriche (*Crassostrea gigas*) allevate in Sacca degli Scardovari (Rovigo). Aquafarm 2018, 15-16 febbraio 2018, Fiera Pordenone, Pordenone, Italia (Abstract e Poster).

https://www.dafnae.unipd.it/sites/dafnae.unipd.it/files/File_2.pdf

https://www.dafnae.unipd.it/sites/dafnae.unipd.it/files/File_03.pdf

- Trocino A., Xiccato G., Gratta F., Birolo M., Rossetti E., Greguoldo A. (2018). Messa a punto di un sistema innovativo e sostenibile per l'allevamento delle ostriche. Aquafarm 2018, 15-16 febbraio 2018, Fiera Pordenone, Pordenone, Italia. (Poster)

https://www.dafnae.unipd.it/sites/dafnae.unipd.it/files/File_04.pdf

Parte dei risultati del progetto sono stati inoltre presentati a livello internazionale in occasione del 69th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science (EAPP), tenutosi nei giorni 27-31/08/2018 a Dubrovnik, Croatia. I risultati sono stati inoltre inclusi negli atti dello stesso convegno:

- Trocino A., Zomeño C., Gratta F., Birolo M., Pascual A., Bordignon F., Rossetti E., Xiccato G. 2018. Growth and mortality of oysters (*Crassostrea gigas*, Thunberg 1793) in Sacca degli Scardovari (Italy). Proc. 69th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science, 27-31/08/2018, Dubrovnik, Croatia, p. 296 (Abstr.) (ALLEGATO 1).

É in corso la preparazione del lavoro scientifico completo di tutti i risultati ottenuti da presentare su rivista scientifica internazionale, possibilmente Aquaculture, nel prossimo anno.

Bibliografia

- AOAC, 2000. Official methods of analysis (17th ed.). Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists.
- Brake J., Evans F., Langdon C., 2003. Is beauty in the eye of the beholder? Development of a simple method to describe desirable shell shape for the pacific oyster industry. *Journal of Shellfish Research* 22: 767-771.
- Chessa G., Manca S., Saba S., Trentadue M., Chessa F., Serra S., Fois N., 2013. Different farming techniques for *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) in a Sardinian coastal lagoon (Italy). *Italian Journal of Animal Science* 12(s1): 36.
- CIELAB, 1976. Official recommendations on uniform colour space, colour difference equations and metric colour terms. Suppl. n. 2 to CIE Publication n. 15, Colorimetry. Paris: Commission International de l'Éclairage.
- Costil K., Royer J., Ropert M., Soletchnik P., Mathieu M., 2005. Spatio-temporal variations in biological performances and summer mortality of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* in Normandy (France). *Helgoland Marine Research* 59: 286-300.
- Fratini G., Medina I., Lupi P., Messini a., Pazos M., Parisi G., 2013. Effect of a finishing period in sea on the shelf life of Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) farmed in lagoon. *Food Research International* 51: 217-227.
- Jeung H.D., Keshavmurthy S., Lim H.J., Kim S.K., Choi K.S., 2016. Quantification of reproductive effort of the triploid Pacific oyster, *Crassostrea gigas* raised in intertidal rack and bag oyster culture system off the west coast of Korea during spawning season. *Aquaculture* 464: 374-380.
- Lira G. M., J.C.M. Pascoal, E.A.F.S. Torres, R.A.M. Soares, S. Mendonça, G.R. Sampaio, M.S. Correia, C.C.V.Q. Cabral, C.R. Cabral Júnior, A.M.Q. López, 2013. Influence of seasonality on the chemical composition of oysters. *Food Chemistry* 138: 786-790.
- Lucchetti A., Sala L., 2007. Rapporto finale: Sviluppo di una tecnologia innovativa al fine di ridurre il biofouling nell'ostreicoltura (Wave-brush). Disponibile: http://www.cnr.it/istituti/Allegato_74546.pdf?LO (Accesso ottobre 2017)
- Pais A., Chessa L.A., Serra S., Ruiu A., Meloni G., 2007. Suspended culture of *Ostrea edulis* in the Calich lagoon (North western Sardinia, Italy): preliminary results. *Italian Journal of Animal Science* 6(s1): 810 p.
- Pogoda B., Buck B. H., Saborowski R., Hagen W., 2013. Biochemical and elemental composition of the offshore-cultivated oysters *Ostrea edulis* and *Crassostrea gigas*. *Aquaculture* 400-401: 53-60.
- Prioli G., Fiori F., Gugnali A., 2013. Rapporto finale: Indagine rivolta alla qualificazione della produzione di ostriche (*Crassostrea gigas*) da acquacoltura in Adriatico. Disponibile: <http://www.coopmare.com/public/relazioni/Relazione%20Qualificazione%20Ostrica/Relazione%20Qualificazione%20ostrica.Parte1.pdf> (Accesso novembre 2017)
- Turolla E., Rossi R., 2005. Esperienze di allevamento dell'ostrica concava (*Crassostrea gigas*) in Alto Adriatico. Technical Report. Dip. Biologia, Univ. Ferrara. 31 p.
- Wang J., 2015. Quality evaluation of live Eastern oyster (*Crassostrea virginica*) based on Textural Profiling Analysis, free amino acids analysis, and consumer sensory evaluation. Master Thesis, Graduate Faculty of Auburn University, Alabama, 86 p. Disponibile: https://etd.auburn.edu/bitstream/handle/10415/4833/Thesis_2015-07-30.pdf?sequence=2 (Accesso ottobre 2017).