

MICHELE PASTORE

Istituto Sperimentale Talassografico - C.N.R.
via Roma, 3 - 74100 Taranto

PROGETTAZIONE DI UN IMPIANTO DI STABILAZIONE PER MOLLUSCHI EDULI LAMELLIBRANCHI, IN TARANTO

PREMESSE - ASPETTI BIOLOGICI

I molluschi eduli lamellibranchi, crescendo in acque costiere soggette nella maggior parte dei casi agli inquinamenti di tipo cloacale, possono infettarsi con germi patogeni umani.

All'inquinamento sono soggetti in particolar modo i mitili, i cui parchi di allevamento o banchi naturali si trovano in baie, lagune, fiordi o insenature, in acque cioè riparate e sufficientemente produttive, buone mediatrici delle loro esigenze metaboliche e del loro sviluppo.

L'esposizione dei mitili ai patogeni è stata investigata da numerosi AA., in Italia ed all'estero. Qui riportiamo soltanto la letteratura, relativamente recente, riferita alle infezioni con agenti del tifo, paratifo, colera, epatite e poliomielite, e citiamo: CALWELL-LISTON, 1960; BRISOU, 1962; MASON MAC LEAN, 1962; SLANETZ-BARTLEY & METCALFF, 1964; METCALFF-STILES, 1969; PETRILLI-CROVARI, 1965; MITCHELL & Al. 1966; BELLELLI-LEOGRANDE, 1967; DI COMITE & Al. 1968; MASTRONUZZI & Al. 1968; PARENZAN, 1968.

Tali agenti patogeni sono stati trovati spesso in concentrazioni superiori a quelle consentite dalle norme igienico-sanitarie.

D'altro canto non sono mancate nel tempo esperienze atte a mostrare che i molluschi posseggono la capacità di decontaminarsi attraverso il meccanismo della filtrazione dell'acqua insito in essi, oltre ad un potere batteriolitico vero e proprio.

Il periodo di detenzione degli agenti patogeni da parte dei molluschi è stato indagato da diversi AA. (BUONOMINI, 1934, '38, '40; CEREDI, 1937; SEPPILLI-DENES, 1937; PETRILLI, 1938, '41; ALBANO, 1941, '43; MARTORANA, 1945, '51; SANTO PADRE-GIUSTI, 1955; GIORDANO, 1963.

Sono stati inoltre standardizzati metodi utili al controllo sanitario attraverso l'uso preferito del colititolo (per es. ALBERTI & Al. 1968), in quanto i coliformi sono i germi più comuni ed abbondanti in ambiente marino costiero, ed anche perchè *Escherichia coli* presenta attitudini di resistenza assai comparabili a quelle di *Salmonella typhi*, la qual cosa ne fa un buon germe-test di inquinamenti fecali.

Un vero e proprio ideale sarebbe il poter produrre molluschi in parchi perfettamente salubri, come proponeva Mosny agli inizi del secolo, ed altrettanto ideale stabularli in acque salubri, magari al largo, dove i germi temuti sono assenti (TOHYAMA-YASUKAWA, 1935). L'applicazione tuttavia di un tale metodo non è sempre possibile (PENSO, 1953), anzi è spesso irrealizzabile per diverse ragioni, soprattutto di carattere tecnico (scarsa produttività delle acque, esposizione a correnti e moto ondoso, ricettività degli impianti in relazione ai substrati, costi di trasporto delle materie prime e sussidiarie in funzione delle distanze ecc.).

L'unica garanzia, pertanto, all'igienicità dei molluschi eduli lamellibranchi, almeno per il sospetto di infezioni orofecali, rimane l'adozione di impianti di stabulazione a terra, in cui far soggiornare i prodotti prima della loro ammissione al consumo.

Il trattamento diventa così non solo garanzia per la commestibilità, ma anche mezzo di ripresa produttiva.

La stabulazione si basa sul fatto che i molluschi, messi a contatto con acqua marina sterilizzata, perdono la carica batterica durante il pompaggio autonomo (drinking degli AA. anglosassoni), dell'acqua all'interno delle proprie valve.

Secondo BUTTIAUX (1964): «E' sufficiente che i molluschi soggiornino 48 h in acqua marina sterile per eliminare tutti i batteri presenti nel loro organismo, saprofiti o patogeni per l'uomo».

I molluschi infatti aspirano acqua sulle proprie branchie, per assumere su di esse l'ossigeno naturalmente presente nel-

l'acqua, e trattenere collateralmente i microorganismi che costituiscono il loro alimento.

Se dunque l'acqua che pompano durante la stabulazione perviene loro sterile, essi vi dilavano le branchie e vi rilasciano anche eventuali batteri contenuti nello stomaco e nel digerente, espellendoli con le cosiddette pseudofeci, prodotte durante la digestione.

I processi di sterilizzazione dell'acqua di mare.

Per rendere sterile l'acqua di mare, i processi generalmente adottati sono tanto di tipo chimico che fisico. Pregiudiziale per una efficace bonifica è, in ogni caso, una preliminare accurata filtrazione.

Quest'operazione può farsi con filtri a sabbie di quarzo a granulometria differenziata, o attraverso filtri meccanici autopulenti in controcorrente. La moderna tecnologia della filtrazione è tale da fornirci filtri, differenti per concezione ma tutti di efficace funzianalità, sicchè non esistono problemi di fondo per la loro applicazione.

Ottimi filtri autopulenti in controcorrente sono quelli cosiddetti a maglia Judo, resistenti alla corrosione, a doppie camere di filtrazione e con un grado di filtrazione di 30-1000 mu. Frequenze e durata dei lavaggi vengono regolati a mezzo timer, mentre il funzionamento automatico delle valvole, di alimentazione e di scarico, viene comandato da valvole solenoidi.

I processi di depurazione suaccennati sono:

1) Clorazione, con cloro ipoclorito. Tale metodo, messo a punto dopo numerosi anni, trova applicazione in Francia, in sei delle sette stazioni di stabulazione attualmente in attività.

2) Clorazione, con cloro in forma gassosa. E' il caso della stazione di stabulazione di Sète in Francia.

3) Ozonizzazione. con un processo che sfrutta il potere germicida dell'Ossigeno atomico, liberato dalla molecola instabile di ozono, prodotta in appositi reattori ad arco voltaico. L'utile impiego di tale sistema è avvenuto solo in anni recenti. In Italia funzionano ad ozono alcuni impianti tra cui citiamo quelli di Cattolica, Fano, Cesenatico e **Goro**.

4) Trattamento con iodoforo, K30. L'attività germicida degli iodofori è nota da tempo (LAWRENCE & AL., 1957). Finora essi non avevano trovato applicazione nella stabulazione a causa della presenza di tensioattivi nella loro composizione (in genere sono costituiti da un complesso di iodio, acido iodidrico e tensioattivi), in quanto, come si sa, questi sono principi tossici. Di recente però è stato prodotto un supporto molecolare organico per lo iodio elementare privo di tensioattivi, il PVP (polivinilpirrolidone) noto in commercio come K30, che ai fini della stabulazione risulterebbe atossico (CASAGRANDE, 1973).

In Italia il metodo viene impiegato in alcuni impianti tra cui citiamo quelli di Chioggia, Torre Annunziata, Castellammare di Stabia.

5) Trattamento con raggi U.V. - Il trattamento a raggi ultravioletti viene usato in Spagna ed in Inghilterra. Il processo della stabulazione dei molluschi con tale metodo è stato studiato da RAMAGOSA-VILA, 1956; KELLY & AL., 1960; WOOD, 1961; LECCESE-CLERICÒ, 1969; PAGANO & AL., 1970; PASTORE, (dati non pubblicati). In Italia funzionano a raggi U.V., tra gli altri, alcuni impianti in Puglia tra cui citiamo quelli di S. Giorgio di Bari, Savelletri e Trani.

Efficacia dei diversi metodi.

Circa la bontà, l'efficacia e le controindicazioni di ciascun metodo di stabulazione, le opinioni sono disperate e contrastanti.

Ciò dipende, soprattutto, a nostro avviso, da due ordini di fattori:

- la carenza di osservazioni lunghe nel tempo, sulla comparazione simultanea dei diversi metodi;
- le sollecitazioni propagandistiche che inducono all'adozione di un sistema più che di un altro, magnificandone il profitto che se ne può trarre più che la bontà dei prodotti stabulati.

Sotto quest'aspetto è significativa la distribuzione degli impianti italiani per cui esistono aree ben individuabili dove prevale il metodo dell'ozono e dove quello del K30, in relazione anche alle epoche della loro costruzione.

Occorre comunque sapere che il trattamento con agenti chimici è mestiere di periti piuttosto che di operai molluschi-coltori o rivenditori... digiuni delle più elementari nozioni di chimica.

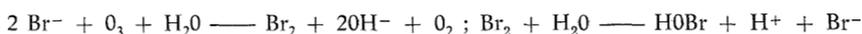
Il trattamento con i cloroderivati richiede un attento dosaggio poiché se è fatto in difetto, non si sterilizza tutta l'acqua necessaria e, se è fatto invece in eccesso, risulta poi più difficile la completa neutralizzazione del cloro. In tutti e due i casi sarà compromesso l'esito della bonifica, inteso che la clorazione quanto la successiva neutralizzazione vanno praticate prima di mettere l'acqua a contatto con i molluschi da stabulare.

LECCESE e CLERICÒ hanno dimostrato che spesso, in caso di incompleta neutralizzazione subentrano, in fase di stabulazione, stati di sofferenza del prodotto che così perde di pregio e di gusto. Sembra poi che la stessa attività respiratoria dei molluschi venga stimolata da un quid, non meglio identificato, che verrebbe inficiato dalla clorazione (KELLY & Al., 1960). In presenza anche di tracce di cloro, i molluschi tengono ben serrate le valve, con il risultato che la bonifica non avviene completamente (MERKENS, 1958; BRUNGS, 1973).

Anche con l'uso dell'ozono possono subentrare stati di sofferenza nei molluschi (LECCESE-CLERICÒ, l.c.) e, addirittura, possono verificarsi morie se la stabulazione viene prolungata oltre le 12 ore.

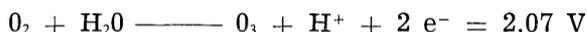
La molecola gasosa dell'ozono viene di norma prodotta in un tubo di Werner von Siemens, utilizzando una scarica elettrica. Tale scarica si ottiene in corrente alternata ad alta tensione. Il gas così prodotto viene costretto a diffondersi nell'acqua. Il meccanismo di miscelazione dell'ozono con l'acqua però non sempre risulta efficace, data la scarsa solubilizzazione della molecola gasosa e data la sua instabilità. Ciò come è ovvio va a discapito della bonifica. (*)

(*) L'O₃, modificazione dell'O₂, è instabile. Il potere ossidante (battericida) è a carico dell'atomo di ossigeno che sfugge all'ozono. Tale reazione viene accelerata dall'acqua di mare per influenza degli ioni bromuro in essa contenuti, secondo la seguente reazione che ha luogo già dopo 2' dall'ingresso dell'ozono in acqua:



D'altro canto, nel tubo ozonogeno non si ottiene mai solo ozono, bensì una miscela di ossigeno ed aria ozonata; qualora poi si superasse la concentrazione standard di 10 gr m⁻³ di ozono-aria, nella miscela risulta presente anche ossido di azoto (NO), non desiderato.

Va detto inoltre che il potenziale di ossidazione dell'ozono è di 2,07 V, come illustra la seguente reazione:



sicchè esso è capace di reagire anche con le sostanze organiche a doppi legami, presenti nei tessuti dei mitili, dando luogo ad *ozonidi*, composti oleosi ed instabili. Da qui la possibilità di lesioni dei tessuti dei molluschi a discapito delle loro caratteristiche organolettiche.

— Per quanto concerne il K30, esso viene progapandato con le seguenti caratteristiche:

- « — rapida attività battericida a bassa concentrazione;
- nessuna interferenza sulla fisiologia dei molluschi;
- la sostanza attiva è già naturalmente presente nell'acqua di mare e nelle carni dei molluschi;
- lo scarico dell'acqua di stabulazione non disturba l'equilibrio delle acque naturali;
- il principio attivo non modifica le caratteristiche organolettiche dei molluschi ed agisce direttamente nell'organismo del mollusco e di conseguenza è possibile diminuire i tempi di stabulazione, potendosi effettuare la stabulazione in un tempo contenuto tra le 6 e le 8 ore ».

Anche al K30 si possono però muovere alcune obiezioni:

- il cloro, come lo iodio, ha una rapida attività battericida a bassa concentrazione;
- anche il cloro è già naturalmente presente in acqua di mare e nel corpo dei mitili, specificatamente nel loro sangue (SCHLIEPER, 1971).

— Lo stesso cloro, se scaricato in mare in dosi inferiori a quelle per cui è naturalmente presente (a salinità 37,5⁰/₀₀ vi sono 594 mM di Cl⁻/kg di acqua marina secondo PORTS, 1954), non ne disturba l'equilibrio.

— Se lo iodio è presente nel corpo dei mitili, esso è un oligoelemento presente anche nel corpo umano a livello di tiroide: se nella nostra dieta è carente, insorge per ipertrofia tiroidea, il disturbo noto come gozzo; se ve n'è eccesso, s'accentua il metabolismo con conseguente dimagrimento ed eccitamento nervoso. Sarà questa la ragione della non ammissione del K30 alla potabilizzazione delle acque dolci?

— Dire che il principio attivo non modifica le caratteristiche organolettiche dei molluschi ed agisce direttamente nel loro organismo con la conseguente possibile riduzione dei tempi di stabulazione, non è del tutto scontato se è vero, com'è vero, che anche per il K30, come per il cloro e l'ozono, è questione di porre massima cura nel suo dosaggio ai fini della stabulazione. Se lo iodio attivo supera infatti determinate concentrazioni:

- 1) riduce l'attività fisiologica dei molluschi;
- 2) si può presentare nei molluschi stabulati in quantità superiori con indesiderate conseguenze (osservazioni, queste, contenute negli stessi depliants che presentano in commercio il K30).

Se viceversa il prodotto viene introdotto in quantità minori rispetto a quelle prescritte, lo iodio attivo verrebbe catturato dall'acqua marina, per una propria possibile richiesta alogenica, per cui fallirebbe l'azione ossidativa germicida. Per questa ulteriore ragione, la stabulazione col K30, si avvale di un pretrattamento dell'acqua tramite biossido di cloro (ClO_2), che per ragioni di economicità (si dovrebbero altrimenti considerare costi d'esercizio fuori convenienza), si fa sviluppare in un reattore introducendovi acido cloridrico (HCl) ed ipoclorito di sodio (NaClO_2).

Una volta che si è sviluppato, il ClO_2 viene fatto miscelare con l'acqua marina in una torre di contatto; la miscela passa per una filtrazione rapida su alcune colonne di adsorbimento, ove avviene la dechlorazione catalitica; poi viene praticato il dosaggio proporzionale del K30. L'acqua così trattata viene introdotta nelle vasche di stabulazione, saturandola con ossigeno.

— Se vi sia o non interferenza sulla fisiologia dei molluschi e se effettivamente si possano ridurre i tempi di stabu-

lazione è cosa da stabilirsi in funzione degli organismi stabulandi piuttosto che dell'agente chimico. In particolare occorre sapere qual'è il meccanismo di assunzione del prodotto da parte dei molluschi, attraverso l'acqua che da essi viene utilizzata per compiere due importanti funzioni: la *filtrazione* e la *ventilazione*. Queste due funzioni vengono compiute a livello delle branchie, quattro lamelle che avvolgono, due per lato, il corpo dei mitili.

La ventilazione serve allo scambio gassoso tra acqua e corpo dell'animale, cioè alla respirazione; la filtrazione, a trattenere i corpuscoli di microorganismi utili all'alimentazione degli animali.

Su ogni lamella branchiale vi sono numerose strie di filamenti ciliari. Ogni filamento possiede ciglia laterali, latero-frontali e frontali. Le ciglia laterali sono responsabili del movimento idrico attraverso i cosiddetti ostii, spazi cioè esistenti tra coppie di filamenti ciliari adiacenti. Le ciglia latero-frontali rimuovono le particelle risucchiate. Le ciglia frontali trasportano le particelle, inglobate in «stringhie» mucose, verso il palpo labiale. Quest'ultimo regola l'ammontare di cibo che entra nella bocca del mollusco.

Il movimento ritmico delle ciglia determina la formazione dei cosiddetti cirri latero-frontali, con velocità di oscillazione variabile, essendo questa regolamentata da un efficace controllo nervoso. Allo stesso controllo va attribuita la capacità dei mitili di variare le dimensioni degli ostii (AIELLO, 1960, 1970; PAPARO-AIELLO, 1970; PAPARO, 1972).

Tale controllo nervoso, rivolto all'efficacia di ritenzione delle particelle alimentari è indipendente dalla corrente di ventilazione prodotta dalle ciglia laterali.

In sospensioni d'acqua marina molto diluite, l'attività di filtrazione può cessare completamente, sebbene l'ossigeno venga regolarmente assunto e la velocità di ventilazione rimanga presumibilmente normale (THOMSON-BAYNE, 1972). Così è evidente che le branchie sono, fisiologicamente parlando, una struttura estremamente flessibile con un considerevole grado di controllo locale (BAYNE & Al., 1976).

Sembra infatti che per l'eccitazione delle ciglia agisca come mediatore la *5-idrossitriptamina* e che, per l'inibizione, agisca invece la *dopamina* (PAPARO-AIELLO, 1970).

Stando così le cose, tanto la velocità di filtrazione (definita come il volume d'acqua completamente chiarificato di particelle sospese nell'unità di tempo), che la velocità di ventilazione (definita come il volume d'acqua circolante tra le branchie nell'unità di tempo), sono intimamente controllate dai molluschi e, in ambiente naturale, si compiono con velocità diverse: la ventilazione avviene con un flusso d'acqua pari a $1,5 \text{ l h}^{-1}$ (SLEIGH-AIELLO, 1972) mentre la velocità di filtrazione varia tra 235 e $245 \text{ ml h}^{-1} \text{ cm}^{-2}$ (WINTER, 1973).

Sulla scorta di tali considerazioni viene fatto quindi di domandarsi: com'è possibile che la stabulazione col K30 sia di così breve durata, dal momento che nella situazione di estrema diluizione della sospensione in cui i molluschi si vengono a trovare durante la stabulazione, essi possono ridurre o cessare la filtrazione, pur continuando a scambiare con l'acqua i gas coinvolti per la respirazione? L'acqua di servizio nello stabulario diventa infatti povera di sospensoidi, per essere previamente filtrata.

2) Essendo il controllo nervoso delle branchie tanto efficace ed a carico, tra l'altro, anche di chemiorecettori, come escludere una qualsivoglia minima reazione, allorchè i molluschi si trovano a contatto con l'acqua satura di alogeni e quindi arricchita con iodio attivo?

Si potrebbe pensare che lo iodio attivo passi nel corpo del mollusco per adsorbimento al pari di certe soluzioni di aminoacidi e zuccheri (STEPHEN, 1967, 1968), come avviene per altri invertebrati marini, ma si dovrebbe comunque ammettere che tali composti sono adsorbiti sempre a livello di branchie prima di essere trasferiti alla ghiandola digestiva, e sottoposti all'attacco della fosfatasi acida (PASTEELS, 1968, 1969), enzima secreto insieme al muco che viene essudato per formare le stringhe convogliatrici dei corpuscoli alimentari.

In ogni caso, l'assunzione dello iodio dovrebbe sfruttare la funzione di filtrazione, la quale inizia ad una concentrazione critica di particolato che corrisponde presumibilmente alla soglia di eccitamento del recettore nervoso che è coinvolto (THEEDE, 1963; THOMSON-BAYNE, 1972).

Nulla esclude infine che, nelle condizioni tanto artificiali in cui lo iodio del K30 si viene a trovare a contatto dei molluschi, esso possa agire in qualità di ossidante anche sul ca-

tabolismo dell'arginina (azione biochimica che naturalmente si compie nel corpo dei molluschi), in una decarbossilazione ossidativa o in una deamminazione ossidativa, il che svilibbe la qualità dei prodotti stabulati.

Per quanto riguarda il trattamento a raggi UV, questi rappresentano un mezzo di naturale disinfezione, in quanto il loro impiego equivale all'azione svolta dall'irraggiamento solare, il cui potere germicida è dovuto all'emissione di luce anche di lunghezza d'onda nel campo dell'ultravioletto.

Il trattamento a raggi UV non altera le caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua ed agisce efficacemente su batteri e virus.

Fra i diversi apparecchi esistenti in commercio ve ne sono alcuni che per l'uso industriale vengono prodotti con lampade a vapori di Hg a bassa pressione e con lunghezza d'onda tra 2000 e 3000 Angstrom, e la cui tecnologia è tale da superare le obiezioni che generalmente vengono mosse contro l'impiego dei raggi UV per impianti di stabulazione.

Tali obiezioni sono: 1) occorre che l'acqua sia ben filtrata e che passi in lama sottile quand'è a contatto con le lampade; 2) l'uso dei raggi UV va bene per piccoli impianti, ma sarebbe sconsigliato nei grossi impianti dati i notevoli volumi d'acqua da trattare, che richiederebbero un parco lampade di considerevoli dimensioni e piuttosto costoso.

Negli apparecchi di cui sopra, il trattamento dell'acqua viene effettuato in canalizzazioni coassiali alle lampade, protette a loro volta da tubi di quarzo. In tal modo l'acqua, investendo unità base di quattro lampade in ogni canalizzazione, viene effettivamente esposta al trattamento in lama sottile (max 15 cm di spessore), e con flusso turbolento. Ci risulta che in tal modo essa viene resa completamente sterile da numerosi germi quali:

Batteri : *Escherichia coli* ed al.
Pseudomonas fluorescens
Pseudomonas aeruginosa
Spirillum rubrum
Streptococcus salivarius
Streptococcus pyogenes
Staphylococcus albus
Aeromonas sp.sp.

Funghi: *Oospora (lactis)*

Virus : *Pneumo*
Polio

Con gli apparecchi di cui stiamo parlando si possono raggiungere portate d'acqua trattata anche di 75000 l/ora.

E' ovvio che per portate maggiori, più apparecchi dello stesso modello possono essere sistemati in serie.

Un'ultima considerazione da farsi è che impianti a raggi UV anche di grosse proporzioni funzionano in Italia in diversi settori tanto di bonifica delle acque potabili che di produzione alimentare quali sono i caseifici e le fabbriche di bibite.

Quale sistema si dovrà adottare?

Avendo illustrato in maniera la più esauriente, per quanto ci è stato possibile, l'efficacia e le controindicazioni dei diversi sistemi di stabulazione finora conosciuti, riteniamo che l'ulteriore orientamento che guiderà alla scelta di questo o quel sistema, non sarà se non una questione di convenienza economica. Ciò tanto per quel che riguarda i costi di realizzazione che i costi di esercizio, per i quali riteniamo non essere nostro compito assumere alcuna posizione che invece spetta agli amministratori e dei produttori, nelle cui attribuzioni è anche il potere di decisione. Riteniamo purtuttavia cosa utile fornire alcuni elementi di computo economico per ciò che si riferisce alla possibile adozione dei due ultimi sistemi, il K30 e i raggi UV, scartando gli altri che non garantiscono nè l'efficacia della bonifica nè la bontà dei prodotti dopo la stabulazione. A tal fine si veda la successiva sezione.

PROGETTO PER UN IMPIANTO DI STABULAZIONE

Dati utili:

- quantitativo max giornaliero di prodotto stabulato:
400 q.li circa;
- rapporto di depurazione: 45 kg mq⁻¹ (art. 4 D.M. 27.4.1978);
- cassette di alloggiamento dei prodotti, in plastica da
40 x 50 x 20 cm (30);
- carico di ogni cassetta: 15 kg di prodotti.

Volendo adottare vasche di stabulazione di metri lineari:

$$3,40 \times 6,50 \times 1,20$$

ogni vasca avrà una superficie di 22,10 mq ed una cubatura di 26,52 mc ed in essa possono alloggiare n. 78 cassette, pari a 1170 kg di prodotti. Il volume d'acqua utile in tale vasca, escludendo l'ingombro dovuto alle cassette, è calcolato in:

$$\text{mc } 26,52 - (3,40 \times 6,50 \times 0,90) = 19,89 \text{ mc}$$

Se assimiliamo il peso di un mitilo adulto a 20 gr (lunghezza di circa 7 cm) ed ammettiamo che in un chilo ve ne siano 50, allora nei 1170 kg alloggiati in una vasca vi saranno 58500 mitili.

Considerando la velocità di ventilazione suggerita da SLEIGH-AIELLO pari a 1,5 l/h per ogni mitilo, si avrebbe un fabbisogno di:

$$\text{n. } 58500 \times 1,5 \text{ l/h} = 87,7 \text{ mc/h d'acqua}$$

Il chè significa un numero di ricambi d'acqua pari a:

$$87,7 : 19,89 = 4,40 \text{ ossia circa 5 ricambi ogni ora.}$$

Tale numero di ricambi potrebbe essere ridotto con una buona ossigenazione dell'acqua prima di immetterla nelle vasche di stabulazione, ma non ci risulta che il meccanismo della ventilazione nei mitili sia condizionato da una iperossigenazione dell'acqua, ossia che essi possano trarre la stessa quantità d'ossigeno per il proprio fabbisogno in un volume d'acqua inferiore al necessario, purchè sovrassaturo d'ossigeno.

Per stabilire i costi d'installazione e di gestione del solo processo di trattamento dell'acqua in un impianto di 26 vasche, quante ne occorrebbero secondo i dati suddetti, e volendo paragonare i due metodi a K30 e a raggi UV, occorre tener conto dei volumi d'acqua da trattare giornalmente. A tal fine, poniamo che i ricambi di 517,14 mc (volume occorrente alle 26 vasche), siano solo 4 nelle 24 h tenendo i prodotti nella stessa acqua almeno 3 ore... (condizione abbastanza proibitiva per gli animali così costipati)...

Per quanto si riferisce al K30 il computo è il seguente:

K30

Costo di n. 2 centraline	L	6000000	
Costo di 1 kg di K30 (incl. IVA e trasporto)	L	2100	
Rapporto I/K30 = 1ppm/12 mc x (517,14 x 4)	ppm	172,4	
Rapporto di 1ppm I/kg di K30 = 1,2kg x 172,4	kg	207	
Costo del fabbisogno di K30 (L 2100 x 207 kg)	L	434700	
Costo rapportato a 200 giorni utili in un anno	L	86940000	A
Costo delle scorte di K30 per un anno	L	86940000	B
Costo giornaliero delle centraline x 200 gg ammettendo una vita utile di 5 anni (1825 gg)	L	657534	C
Costo forfettario manutenzione annua	L	600000	D
Q.li stabulati nelle 26 vasche in due cicli giornalieri x 200 gg (11,70x2x26x200)	Q.li	12168	
Costo di stabulazione L/kg (ottenuto sommando le voci A+B+C+D)	L/kg	14,4	

N.B. - Dal presente computo manca il costo del ClO₂, e quello della dechlorazione, che pure entrano in gioco nel presente trattamento.

Per quanto si riferisce ai raggi UV il computo è:

Raggi UV

Apparecchi da impiegare per trattare 1050 mc/g, considerando un parco di 336 lampade	n°	14	
Costo di un apparecchio	L	6500000	
Costo dei 14 apparecchi	L	91000000	
Energia consumata da ogni apparecchio	w/h	960	
Consumo energia giornaliera (960 x 24 x 14)	w/h	322560	
Costo dell'energia a 50 L/kw (322,5x50)	L	16125	

Costo energia per 200 gg	L	3225000	A
Costo sostituzione lampade ogni 5000 h al prezzo di L 35000 cad.	L	11760000	B
Costo giornaliero dei 14 apparecchi considerando una vita utile di 5 anni (1825 gg)	L	9972600	C
Costo forfettario manutenzione annua	L	600000	D
Q.li stabulati nelle 26 vasche in due cicli giornalieri x 200 gg (11,7x26x200)	Q.li	12168	
Costo di stabulazione L/kg (ottenuto sommando le voci (A+B+C+D))	L/kg	2,10	

Come si può osservare il trattamento a raggi UV richiede un costo di impianto più elevato rispetto a quello a K30, ma ha il vantaggio di trattare i prodotti con costi di gestione circa 7 volte inferiori.

PROSPETTO DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO

I problemi posti alla base della progettazione di un impianto di stabulazione sono di quattro ordini:

- regime a tempo pieno dell'impianto in funzione dei quantitativi da trattare (in conseguenza del quale scaturiscono dimensioni e capacità lavorativa del manufatto). Si ritiene che l'impianto depurerà una produzione massima giornaliera di circa 400 q.li.
- utilizzazione dei materiali e macchine che tengano conto:
 - a) delle caratteristiche biologiche e fisiologiche dei prodotti da trattare e del loro ambiente di provenienza;
 - b) del ritmo di lavorazione in tempi e modi tali da giustificare le spese di realizzazione e di gestione dell'impresa, attraverso l'immissione al mercato di prodotti di pregio, capaci di concorrenzialità;
- strutturazione e coordinamento delle diverse sezioni dell'impianto, allo scopo di renderlo versatile il più possibile;
- analisi delle tecnologie, apparecchiature o macchine già pronte in commercio e materiali da impiegare, a garanzia della buona riuscita dell'impianto, e della sua durata nel tempo.

Nell'elaborazione del progetto occorre tener conto inoltre, accanto ai criteri su esposti, anche delle necessarie opere di sistemazione urbanistica della zona ove sorgerà l'impianto.

Occorrerà infine prevedere tanto l'adozione di criteri atti a consentire anche un parziale funzionamento dell'impianto in periodi di minor fabbisogno, con l'esclusione temporanea dei servizi eccedenti; quanto la possibilità di realizzare l'impianto stesso per fasi successive, se ve ne fosse una concreta esigenza, o di ampliarlo in caso di necessità.

Tanto premesso l'impianto consisterà delle seguenti sezioni:

A - ciclo dell'acqua

- 1a - Presa dell'acqua di mare; decantazione; stazione di pompaggio.
- 2a - **Trattamento** dell'acqua tramite filtrazione e sterilizzazione.
- 3a - Stoccaggio dell'acqua nelle vasche di stabulazione.

B - Ciclo dei prodotti

- 1b - Stazione di conferimento e pesatura.
- 2b - Prelavaggio; pulitura esterna; estrazione di pezzature standard.
- 3b - Stabulazione semplice; stabulazione condizionata per prodotti da degustazione presso un parco annesso all'impianto o presso ristoranti tipici convenzionati.
- 4b - Controllo sanitario; confezionamento e pesatura.
- 5b - Immissione alle celle frigorifere o alla commercializzazione.

C - Ciclo dei reflui, acqua e fanghi

- 1c - Depurazione acque di scarico.
- 2c - Trattamento fanghi con recupero dell'energia termica.
- 3c - Produzione di compost; insacchettamento, pesatura e commercializzazione.
- 4c - Scarico delle acque depurate.

N.B. - La maggior parte delle operazioni comprese nella sezione B si svolgeranno nell'ambito di un capannone industriale.

Nello stesso capannone potrebbe essere realizzato un impianto di scambiatori di calore alimentato da pannelli solari posti sulla sua copertura, la cui funzione sia rivolta al riscaldamento in periodo invernale e alle operazioni di sgusciatura per le parti di prodotto da commercializzare in opportune confezioni di sola polpa.

DESCRIZIONE DELLE DIVERSE SEZIONI

A, 1a - *Presa dell'acqua di mare e stazione di pompaggio.*

Le opere di presa comprenderanno una condotta ed una vasca d'accumulo dell'acqua. La condotta in quanto soggetta nel tempo all'attacco del fouling, cioè dell'insieme di tutti quegli organismi che si fissano su substrati duri dopo un più o meno lungo stadio larvale pelagico, sarà realizzata con materiali relativamente leggeri, modulari e maneggevoli, e sarà dotata di particolari accorgimenti di protezione.

Una funzionale soluzione può essere quella di adottare tubi di PVC che saranno di lunghezza e di diametro opportuno, innestati tra loro ma facilmente rimovibili per la necessaria sostituzione, quando portati a terra saranno sottoposti a ripulitura.

La condotta di cui si parla verrebbe adagiata sul fondo e sarebbe opportunamente ancorata. Il suo terminale pescherebbe a circa due metri dal fondo, in un tratto di mare con fondali almeno di 5 m.

Si dovrebbe evitare il più possibile la presenza di gomiti che sono sede di maggior addensamento del fouling.

La bocca della condotta sarebbe dotata di un crivello a rete di nylon inestensibile di opportuna maglia (almeno 7 meshes/cm), ed asportabile all'occorrenza. Il terminale sarebbe segnalato da una boa fissa attorno alla quale, per un raggio di 5-6 m, sarebbe collocata una cintura di galleggianti ancorati, recanti una rete di sbarramento chiusa e con maglie di 1 cm di lato. Tale rete avrebbe una funzione protettiva per il terminale, in quanto capace di trattenere all'esterno eventuali corpi sospesi quali buste di plastica, rottami, alghe macrofite, altri organismi quali meduse, molluschi opisto-

branchi... la convenienza di usare una simile condotta corredata degli accorgimenti sopracitati sta nel fatto che, benchè ancorata sul fondo contro indesiderati spostamenti, ogni sua parte sarebbe agevolmente rimovibile per le necessarie ripuliture da effettuarsi a terra onde non produrre nell'area di presa inopportuni accumuli di organismi, costretti altrimenti a morire. Il crivello sulla bocca della condotta e la rete di sbarramento opererebbero una setacciatura contro l'accesso nella vasca d'accumulo di organismi indesiderati. Riteniamo che con tale sistema abbastanza semplice, si possano meglio fronteggiare i problemi di fouling nella condotta e di bentos sugli elementi a corredo, meglio che con altri sistemi più costosi di barriera filtrante, la cui funzionalità se ben si presta in mari più freddi e meno produttivi del nostro, sarebbe da noi sconsigliabile.

Ad una vasca di raccolta dell'acqua connessa alla condotta sarà collegata una stazione di pompaggio per la irregimentazione dell'acqua verso le successive sezioni d'impianto.

La stazione di pompaggio sarà costituita da pompe aspiranti-prementi capaci di mandare acqua in pressione alla stazione filtri ed alla stazione di prelavaggio e preparazione dei prodotti da stabulare.

L'installazione delle pompe sarà tale da consentire facili interventi di manutenzione o eventuali sostituzioni, senza pregiudicare il normale funzionamento dell'impianto.

A, 2a - *Trattamento dell'acqua*

Ai fini della stabulazione, quale che sia il criterio di scelta nell'adozione del sistema di trattamento dell'acqua, quel che è fondamentale è che l'obiettivo da raggiungere sarà quello di realizzare *effettivamente* la stabulazione onde immettere al consumo prodotti *veramente* sani e gustosi, e non già quello di dotarci di garanzie strumentali al fine di superare le prescrizioni di legge e tacitare l'azione di controllo igienico da parte delle autorità sanitarie.

Noi abbiamo infatti da superare la grave «empasse» della crisi in cui da anni è caduto il settore produttivo; da riqualificare i nostri molluschi, collocandoli a concorrenza con quelli di altri centri produttivi, se non per minor costo, almeno per pregio, gusto e sicurezza sanitaria; abbiamo inoltre da am-

pliare al massimo le aree produttive col ripristino di zone oggi dismesse (vedi Mar Piccolo), le cui acque non risultino precluse secondo la legge 192. Come infatti si esprime FAUVEL (1974) «La depurazione allorchè realizzata rende possibile lo sfruttamento di zone interdette e garantisce, meglio di un controllo fatto dal gendarme, la qualità batteriologica dei molluschi inviati al consumo».

A, 3a - *Stoccaggio dell'acqua per la stabulazione*

L'acqua depurata verrà inviata alle vasche di stabulazione in una rete costruita con tubi di PVC, previamente saturata di ossigeno a mezzo compressori ovvero a movimentazione per ricaduta, mediante mulinelli meccanici.

La movimentazione nelle vasche di stabulazione sarà continua e con moto pressochè laminare onde disturbare il meno possibile gli animali, evitando l'emissione di uova e spermatozoi, innescata dal moto turbolento, che rendono l'acqua delle vasche schiumosa ed inducono una notevole perdita nel peso, rendendo altresì magre e flaccide le carni delle cozze (PASTORE, dati non pubblicati). I mitili più apprezzati sul mercato sono infatti quelli chiamati volgarmente «allattimati» ossia quelle le cui gonadi sono ancora pregne dei prodotti sessuali. Viceversa le cozze che si sono liberate di essi sono dette «vacanti», meno apprezzate dai consumatori.

Il flusso d'acqua nelle vasche, benchè tale da evitare quanto sopra esposto, deve però consentire l'allontanamento delle pseudofeci rilasciate dagli animali stabulandi.

L'acqua in uscita dalle vasche verrà convogliata all'impianto di depurazione prima di essere scaricata in mare.

B - CICLO DEI PRODOTTI

B, 1b - *Stazione di confezionamento e pesatura*

In uno spazio utile, antistante il capannone della stabulazione, trova luogo la zona in cui i prodotti iniziano il ciclo di trattamento, previa pesatura.

B, 2b - *Preparazione e prelavaggio*

Una volta pesati, gli stocks dei prodotti verranno preparati al prelavaggio, previa manipolazione atta e renderli sfusi

dalle zoche (trattandosi di mitili). Ciò si rende necessario trattandosi di prodotti allevati nei nostri mari, in quanto all'interno della zoca durante tutto il tempo dell'allevamento si accumulano le pseudofeci dei molluschi e insieme ad esse si annidano microorganismi e si concentra la sporcizia.

L'eliminazione degli epibionti (Idroidi, Ascidie, Crostacei diversi, Anellidi ecc.), è efficace solo col rendere sfuse le cozze.

Ciò fatto, gli stocks possono iniziare la linea di trattamento, venendo caricati in una capace tramoggia a nastro trasportatore che convoglia i prodotti verso un tunnel di prelavaggio ad acqua spruzzata sotto pressione. All'uscita dal tunnel di prelavaggio i prodotti entreranno in una macchina spazzolatrice, messa a punto nei laboratori del CNR di Ancona e già in produzione presso una ditta specializzata di Parma.

All'uscita da tale macchina, i prodotti passano in una calibratrice il cui compito è quello di selezionare almeno due pezzature, scartando gli individui la cui taglia non è desiderata.

Tale operazione va fatta a favore dell'azienda quanto del consumatore, sia perchè recuperando gli individui di piccola taglia questi potranno essere rimessi in mare per l'ulteriore crescita, sia perchè si evita al consumatore di operare, poi, da sè, degli scarti di prodotto acquistato. Uscendo dalla macchina selezionatrice i prodotti vengono caricati nelle cassette di plastica nella misura di massimi 15 kg a cassetta.

Le cassette piene verranno sistemate su cestelli di dimensioni 3 x 3 x 0,50 m che verranno inseriti nelle vasche di stabulazione, a mezzo carroponete.

Particolare prescrizione va operata nella sistemazione delle cassette nei cestelli, ai fini di una buona stabulazione. Occorre infatti evitare addossamenti delle cassette le une contro le altre, perchè non accada che le pseudofeci anzicchè essere dilavate e allontanate dal flusso idrico, rimangano invece tra gli stessi prodotti. A tal fine la sistemazione delle cassette potrebbe essere eseguita anche su due file e a quinconi, senza inficiare le prescrizioni di legge che prevedono lo stoccaggio nelle vasche nella misura di 45 kg/m², anzicchè su una sola fila.

B, 3b - *Stabulazione*

Sistemati i prodotti nelle cassette e nei cestelli, essi subiranno il processo di bonifica lasciandoli permanere nelle vasche per i tempi necessari.

Allo scopo poi di preparare prodotti di qualità per la degustazione in guscio come prodotti freschi, parte dei prodotti potranno essere ulteriormente trattenuti in vasche di parcheggio, nelle quali verrà loro fornito alimento fresco. Ciò potrà essere fatto immettendo fitoplancton prodotto in una camera termostata, in sacchi di materiale plastico esposti alla luce di opportune lampade fluorescenti.

In tali condizioni i prodotti si potranno eventualmente dolcificare con l'immissione di acqua dolce in quantità tale da abbassare la salinità anche soltanto di un paio di gradi salini (BAYNE, 1976).

Questo particolare prodotto potrà essere consumato in un padiglione previsto nel parco da ricavare nell'area limitrofa all'impianto, ovvero presso ristoranti convenzionati.

Una volta stabulati i prodotti passano al confezionamento, alla pesatura per seguire la via dell'immediato commercio oppure della conservazione.

B, 5b - *Conservazione*

I materiali da conservare saranno immessi alle celle frigorifere di cui sarà dotato l'impianto, secondo i criteri previsti dalla legge.

C - CICLO DELLE ACQUE DI SCARICO E DEI FANGHI

C,1c, C, 2c, C, 3c

Le acque di scarico provenienti dalle vasche di stabulazione e quelle di pretrattamento dei prodotti, ovverosia del prelavaggio, ricche di fanghi vengono convogliate, tramite una opportuna rete fognante, ad un depuratore.

Qui i fanghi sedimentati verranno raccolti ed inviati ad un forno per l'essiccamento. Questi una volta essiccati, sono facilmente correggibili nel loro grado di pH con la dosatura di additivi e materiali inerti, essendo possibile in tal modo la

produzione di compost. Questo che può essere considerato un sottoprodotto viene insacchettato e venduto come concime per l'agricoltura.

C, 4c - Scarico a mare delle acque depurate

Una volta prive dei fanghi, le acque di rifiuto potranno essere disinfettate con cloro ipoclorito e scaricate a mare previo rilevamento e dosatura del cloro in una apposita centralina posta allo scarico, oppure possono essere fatte passare, senza averle clorate, attraverso un laghetto che potrà essere ricavato nell'ambito del verde di servizio annesso all'impianto. In tale laghetto potranno essere tenuti in vita pesci ed altri organismi marini.

Occorre infatti evitare che, nell'intento di disinfettare l'acqua di scarico, si inviino a mare dosi di cloro tali da risultare nocive a numerosi organismi marini.

L'ultimo elemento dell'impianto prospettato, il laghetto, che potrebbe apparire coreografico e perciò forse superfluo, si giustifica più che sul piano estetico, su quello propagandistico e d'attrazione, rispondenti alla esigenza promozionale di un prodotto che ritorni a riscuotere fiducia da parte del consumatore.

Altre strutture a servizio dell'impianto

A servizio dell'impianto vi saranno altre strutture quali una palazzina per gli impianti di trattamento dell'acqua, dei compressori, delle scorte e delle eventuali celle frigorifere.

In un'altra palazzina vi potranno essere gli uffici commerciali ed i laboratori, chimico e batteriologico. La mensa aziendale potrà essere ricavata nell'ambito della prima palazzina. All'ingresso dell'area dell'impianto vi sarà una postazione di vigilanza e la casa del custode; annessa a quest'ultima struttura, una opportuna pesa.

CONCLUSIONI

Qualora nell'intento di realizzare un impianto così prospettato nel suo complesso, si volessero adottare strutture ed elementi prevalentemente prefabbricati, soprattutto per quel che riguarda il capannone della stabulazione, la parte fondamentale dell'impianto potrebbe funzionare in tempi brevi, prevedibili in 4-5 mesi.

RIASSUNTO

L'A., prendendo le mosse da considerazioni riguardanti la fisiologia dei molluschi eduli lamellibranchi in relazione alle necessità igieniche di sottoporli a processo di bonifica, e dall'esame dei diversi processi di stabulazione generalmente in uso, prospetta le diverse fasi necessarie alla realizzazione di un moderno impianto, intese al conferimento di un prodotto garantito.

ABSTRACT

An examination of the different systems for sea water sterilization useful for lamellibranch mollusks, in function with their physiology, is made in the 1st part of the present paper.

Perspectives and suggestions for the realization of a modern plant are given in the 2nd part.

LETTERATURA ESSENZIALE

- AIELLO E.L. (1960) - Factors affecting ciliary activity on the gill of the Mussel, *Mytilus edulis* - *Physiol. Zool.*, 33: 120-135.
- AIELLO E.L. (1970) - Nervous and chemical stimulation of the gill cilia in bivalves molluscs - *Phys. Zool.*, 43: 60-70.
- ALBANO V. (1943) - Ricerche sull'inquinamento artificiale dei molluschi eduli - *Riv. It. Ig.*, 16: 128.
- BAYNE B.L., WIDDOWS J. & R.J. THOMPSON (in BAYNE B.L. - Marine mussels their ecology and physiology - *Int. Biol. Prog.*, 10 (1976): 207-260.
- BELLELI E. & LEOGRANDE G. (1967) - Ricerche batteriologiche e virologiche sui mitili - *Ann. SCLAVO*, 9 (6/1): 820-828.
- BURNGS W.A. (1973) - Effects of residual chlorine on aquatic life - *Jour. Water Poll. Contr. Fed.*, 45: 2180-2195.
- BUONOMINI G. (1940) - Il problema igienico dell'industria e del commercio dei molluschi eduli. II. Sistemi di purificazione - *Ann. Ig.*, 40: 426.
- CASAGRANDE F. (1973) - La stabulazione dei molluschi. Considerazioni riguardo l'impiego del metodo Ciba-Geigy - Ciba-Geigy S. A. Basilea - *Dep. Prod. Biol.*
- CEREDI A. (1937) - Molluschi eduli ed infezione tifoidea - *Ig. Mod.*, 30: 210.
- CLERICO' M. & A. LECCESE (1969) - Inquinamento delle acque costiere. Molluschicoltura - proposte per la produzione, il commercio e la bonifica dei frutti di mare - *Tecn. San.*, 7: 989.
- DI COMITE A., G. FAMA', M. MANCINI & C. PANARELLI (1968) - Considerazioni sul particolare andamento stagionale della infezione tifoidea in provincia di Taranto - *Boll. Soc. Jonico-Salentina Med. Chir.*, 2: 225-248.
- FAUVEL Y. (1964) - Utilisation de l'ozone comme agent sterilisateur de l'eau de mer pour l'epuration des coquillages - *Sc. et Pêche*, 125: 6-11.
- FAUVEL Y. (1967) - La pollution bacterienne des eaux et des coquillages de l'Etang de Thau - II Partie, l'epuration de coquillages - *Rev. Trav. Hist. Pê. Marit.*, 31, 1: 5-96.
- GIORDANO A. (1963) - Ricerche sullo stato igienico dei mitili del mercato di Napoli - *Acta Med. Veter.*, 9 (1/11): 107-113.
- KELLY G.B., W. ARCISZ, M.W. PRESNELL & E.K. ARCIS (1960) - Bacterial accumulation by the oysters. Proc. of the 1959 Planning Conference U.S. Dept of Health Education and Welfare, Public Health Service, Robert Taft Sanitary Engineering Center - *Techn. Rep. P.*: 60-64.
- KELLY G.B., W. ARCISZ, M.W. PRESNELL & E.K. HARRIS (1960, a) - Ultraviolet ray treatment of sea water and its influence on the feeding activity of oysters - *U.S. Dep. Health Pub. Heal. Ser.*: 13-15.

- LAWRENCE C.A., C.M. CARPENTER & A.V.C. FOOTE (1957) - Iodophor as disinfectants - Jour. Am. Phar. Ass., 46 (8): 500-505.
- MASTRONUZZI G., G. BADOLATI & A. PIETRINI PALLOTTA (1968) - Inquinamento da colibacilli dei mitili di alcuni vivai italiani - Gior. Ig. Med. Prev., 9: sup. fasc. 4^o.
- MARTORANA F. (1945) - Incidenza delle infezioni tifoidee in Taranto in appoggio al consumo dei mitili - Ig. e San. Pub. 1, 220.
- MARTORANA F. (1951) - Studio preliminare per l'impianto e il funzionamento di bacini di stabulazione dei molluschi eduli in Taranto - Ann. San. Pubbl., 12, 1119.
- MASON Y.C., Mc LEAN W.R. (1962) - Infections hepatitis, traced by the consumption of raw oysters - Am. Jour. Hyg., 75, 90.
- MERKENS J.C. (1958) - Studies on the toxicity of chlorine and chloramines to the rainbow trout - Water Waste Treat. Jour., 7: 150-151.
- METCALF T.C. & W.C. STILES (1965) - The accumulation of enteric viruses by the oysters - Jour. Inf. Dis., 115: 68.
- MITCHELL J.R., M.W. PRESNELL, E.W. AKIM, S.M. CUMMINS & O.C. LIU (1965) - Accumulation and elimination of poliovirus by the eastern oyster - Am. Jour. Epid., 84: 40.
- PAGANO A., A. BRAGA & S. PAOLUCCI (1970) - Ricerche sulla depurazione dei mitili in un impianto sperimentale a raggi UV - Ig. Mod., 5-6: 1-19.
- PAPARO A. & E.L. AIELLO (1970) - Cilio-inhibitory effect of branchial nerve stimulation in the mussel *Mytilus edulis* - Comp. Gen. Pharm., 1: 241-250.
- PAPARO A. (1972) - Innervation of the lateral cilia in the mussel *Mytilus edulis* - Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods Hole Mass., 143: 592-504.
- PARENZAN P. (1952) - Mitilicoltura. Biologia, allevamento e controllo sanitario dei mitili - Pubbl. Univ. Perugia.
- PARENZAN P. (1958) - Indagini eseguite per il disciplinamento giuridico, tecnico e sanitario della molluschicoltura e del commercio dei molluschi in Italia - Thalassia Ionica, 1: 5-59.
- PASTEELS J.J. (1969) - Excrétion de phosphatase acide par les cellules mucipares de la branchie de *Mytilus edulis* L. - Zeish. F. Zellfors. Mikrosk. An., 102: 594-600.
- PETRILLI F.L. (1958) - Ricerche sull'autodepurazione dei mitili - Ig. Mod., 21: 309.
- PETRILLI F.L. (1941) - Ulteriori ricerche sui mitili con speciale riferimento ai metodi di controllo della loro salubrità - Ig. Mod., 34 (9): 275-285.
- PETRILLI F.L. & P. CROVARI (1965) - Aspetti dell'inquinamento delle acque marine con particolare riguardo alla situazione in Liguria - Giorn. Ig. Med. Prev., 8: 269-311.
- POTTS W.T.W. (1954) - The inorganic composition of the blood of *Mytilus edulis* and *Anodonta cygnea* - Jour. Exper. Biol., 31: 376-385.
- POTTS W.T.W. (1958) - The inorganic and amino acid composition of some lamellibranch muscles - Jour. Exper. Biol., 35: 749-764.
- RAMAGOSA-VILA J.A. (1956) - Los rayos ultravioletos en el sancamiento de los moluscos - Reun. Bromatol. Esp. San Sebastian: 401-404.
- SANTOPADRE G. & G. GIUSTI (1955) - Osservazioni preliminari su di un procedimento di purificazione dei frutti di mare mediante stabulazione - Ig. San. Pubbl., 11: 382.