

MONOGRAFIE

Igiene zootecnica: pratiche gestionali per un'acquacoltura sostenibile

Technical hygiene: management for a sustainable aquaculture

Marino Prearo

Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta; Via Bologna, 148 – 10154 Torino

RIASSUNTO – Con il termine di “Igiene zootecnica” si vuole indicare un insieme di argomenti eterogenei da applicare nelle pratiche gestionali degli allevamenti, compresi quelli ittici.

Vengono descritte le principali caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua, in modo da delineare le nozioni importanti da conoscere per il miglior utilizzo della risorsa idrica. Inoltre sono descritti i sistemi per migliorare la qualità dell'acqua, i principi di pulizia, disinfezione, terapia e vaccinazione.

Infine vengono descritti i possibili effetti negativi sull'ambiente causati dagli impianti ittici, nonché brevi norme di igiene d'allevamento e di lavorazione.

Dalla trattazione degli argomenti sopra esposti, si evince in modo inequivocabile come un'oculata gestione ed organizzazione dell'allevamento, consenta di ottenere un prodotto di alta qualità, riducendo al minimo i rischi sanitari e l'impatto sull'ambiente ed avere un'attività maggiormente remunerativa.

SUMMARY – “Technical hygiene” mean a whole of heterogeneous subjects for fish farms management.

The principal chemical-physical characteristics of the water are described, to outline the important notions for the better use of water resources. Besides the systems to improve the water quality, the cleaning principles, disinfection, therapy and vaccination are described.

At last the possible negative effects on environment, caused by fish farms, are listed, as well as short notes of breeding and processing hygiene.

By the subject see above, it's definite that a good management and organization of the farm consent to obtain an high quality product, reducing the sanitary risks and the environment impact and to have gainful business.

Key words: Technical hygiene, Sustainable aquaculture, Management.

* Corresponding Author: c/o Laboratorio di Ittiopatologia e Acquacoltura, Area Tecnica Diagnostica Generale e Sanità Animale, Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta; Via Bologna, 148 – 10154 Torino. Tel.: 011-2686251; Fax: 011-2474458; E-mail: marino.prearo@izsto.it.

INTRODUZIONE

Con il termine di “igiene zootecnica” generalmente si indica un insieme di argomenti molto eterogenei tra loro, da applicare nelle pratiche gestionali degli allevamenti e quindi anche in acquacoltura. Fino ad alcuni anni or sono tale materia veniva presa in considerazione e trattata come oggetto di studio, solamente per gli allevamenti tradizionali; soltanto da poco meno di un decennio a questa parte l’igiene zootecnica, nel suo complesso, viene ritenuta importante anche nel settore ittico. E’ da precisare che gli allevatori hanno da sempre attuato alcune delle norme gestionali che attualmente vengono contemplate nell’argomento suddetto: in particolare, la gestione oculata della risorsa idrica ha permesso la produzione di un prodotto di qualità.

Dei vari argomenti trattati nel capitolo dell’igiene zootecnica, molti risultano essere comuni alle varie tipologie di impianti, sia in acque dolci che marine; alcune pratiche invece, risultano essere precipue solamente ad una precisa tipologia d’allevamento. Di seguito saranno descritti i principali capitoli importanti per una buona ed oculata gestione delle risorse idriche, ma soprattutto utili da conoscere, dal punto di vista di una produzione economicamente remunerativa. Di notevole importanza risultano essere le conoscenze sulle caratteristiche chimico-fisiche dell’acqua che si utilizza in impianto, dei sistemi per migliorare la qualità delle acque e delle varie operazioni volte al miglioramento della qualità produttiva.

CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE DELL’ACQUA

Le nozioni che vengono descritte in questo capitolo, sono informazioni che la maggior parte degli allevatori conoscono bene; l’acqua rappresenta il bene più importante per ogni imprenditore ittico: è quindi indispensabile conoscere esattamente tutte le principali caratteristiche chimico-fisiche del corpo idrico immissario nell’allevamento. L’importanza di tale conoscenza non si basa solamente sulla sua mera utilizzazione, in qualità di ambiente d’allevamento, ma riveste un ruolo basilare nella scelta e nella gestione di altre pratiche zootecniche che quotidianamente devono essere impiegate per ottenere le produzioni attuali e nelle inevitabili operazioni di profilassi e terapia. La conoscenza di alcune delle principali caratteristiche dell’acqua permette l’utilizzo o meno di determinati prodotti, consente o meno di evitare l’utilizzo di alcuni sistemi per migliorare la qualità delle acque, riducendo i costi d’esercizio, ecc.

Generalmente tali parametri risultano poco o per nulla modificabili: quindi la loro esatta conoscenza permette all’acquacoltore di decidere le specie allevabili, la densità da mantenere nelle vasche, il tipo di alimentazione da utilizzare per ottenere i migliori risultati.

Tra le caratteristiche fisiche dell’acqua, senz’altro la più importante è la **temperatura**. Questa rappresenta un parametro di estrema importanza, in quanto influisce su moltissimi altri parametri, tra i quali quello di maggior rilievo è la concentrazione di ossigeno disciolto nell’acqua; in questo caso ad esempio, l’aumento della temperatura risulta essere direttamente proporzionale alla diminuzione della quantità di ossigeno disciolto nell’acqua.

La temperatura inoltre condiziona in modo preponderante la vita animale e vegetale nei corpi idrici. Da ricordare che la temperatura dell’acqua influenza in modo molto evidente la vita e l’accrescimento delle specie ittiche allevate: le definizioni di pesci d’acqua fredda e d’acqua calda, rappresentano molto bene le necessità di tali specie nei confronti della temperatura dell’acqua, anche se i contorni di tali gruppi risultano essere sempre più sfumati, grazie all’avvento di nuove tecnologie nell’alimentazione e nel management degli impianti.

Risulta altresì estremamente importante per la genesi di alcune patologie: infatti, la temperatura o il suo variare in modo repentino nell'arco della giornata, condizionano pesantemente la salute degli organismi acquatici, soprattutto se mantenuti in condizioni di stress costante come quelle che si verificano normalmente in allevamento. Basti ricordare alcune di queste patologie che insorgono con temperature ben particolari, come la Lattococcosi o la Malattia Proliferativa Renale, oppure con condizioni di stress legate agli sbalzi di temperatura, come la Setticiemia Emorragica Virale, ecc.

Un altro parametro fisico importante, soprattutto in trotticoltura, è la **trasparenza**, la quale risulta strettamente messa in relazione ad un'altra qualità specifica, la **luce**, non facente parte direttamente delle caratteristiche chimico-fisiche peculiari dell'acqua, ma condizionante l'altra proprietà a se correlata.

Anche la luce, come la temperatura, influenza in modo notevole la biologia della maggior parte degli organismi acquatici, soprattutto nel periodo riproduttivo, ivi comprese le specie ittiche d'allevamento. E' ancora da ricordare che esistono delle specie che si alimentano a vista, come è il caso dei salmonidi: questi pesci necessitano quindi di una buona visione nell'acqua per la prensione dell'alimento. L'acqua deve quindi permettere un elevato passaggio della luce, proprio per consentire una diffusione della stessa in buona parte del battente: è il caso di fiumi o corsi d'acqua poco profondi, in cui tali specie ittiche riescono ad avere un habitat ideale; nell'allevamento di tali specie (come la trota iridea ed altri salmonidi) perciò, si deve ricercare tale carattere.

Misurare la trasparenza in ambiente acquatico, significa valutarne la maggiore o minore penetrabilità da parte della luce. Tale misurazione può essere effettuata in modo molto semplice, attraverso il disco di Secchi, il quale viene calato in acqua, sospeso ad una corda centimetrata, così da poter facilmente misurare la profondità alla quale questo scompare alla vista dell'operatore. Il parametro trasparenza appare estremamente variabile nelle diverse tipologie di corpo idrico, ma varia spesso anche nell'ambito dello stesso bacino, al variare delle stagioni o delle condizioni che si possono palesare nel tempo. La mancata trasparenza può essere causata da una crescita fito-zooplanctonica incontrollata, dalla presenza di particelle minerali in sospensione o ancor peggio dalla sospensione di particelle organiche, quali cibo non consumato o deiezioni, condizione quest'ultima relativamente frequente in allevamenti di tipo intensivo.

Caratteristiche fisiche secondarie, strettamente correlate alle precedenti, risultano essere la **riflessione** e la **rifrazione**. Con il termine di riflessione si indica la parte di radiazione solare che viene riflessa dalla superficie dell'acqua e quindi automaticamente esclusa dalla penetrazione nella sottostante massa idrica; l'ammontare di questa riflessione dipende dall'angolo di incidenza della luce e risulta tanto maggiore quanto più obliqui sono i raggi solari. Tale parametro perciò varierà moltissimo nel corso della giornata e durante le diverse stagioni; la minima riflessione si verificherà nelle ore centrali della giornata, durante il periodo estivo.

La rifrazione invece è quel fenomeno per cui un raggio incidente, passando da un mezzo ad un altro con diversa densità e diverse proprietà ottiche (aria-acqua), varia la propria direzione di propagazione; nel portarsi in profondità sempre maggiori, la radiazione si va progressivamente attenuando, in quanto parte di essa viene dispersa ed in parte assorbita, con conseguente trasformazione in calore.

Entrambi queste proprietà, in correlazione con il grado di trasparenza dell'acqua, permettono la presenza o meno della luce nel battente idrico, consentendo l'azione importante della stessa sugli organismi acquatici.

Altre caratteristiche fisiche che possono influenzano la vita acquatica, sono la **densità**, la **viscosità**, il **calore specifico** e la **tensione superficiale**; tali qualità specifiche risultano

essere di scarsa importanza nella gestione di un allevamento e per tale motivo risulta superfluo, in questo contesto, descriverle.

Passando invece alle caratteristiche prettamente di natura chimica dell'acqua, quella maggiormente importante risulta essere la presenza di **ossigeno** disciolto. L'ossigeno rappresenta un elemento chimico indispensabile per la vita acquatica e la sua concentrazione disciolta rappresenta un vero e proprio valore critico per la produzione zootecnica e/o per la sopravvivenza delle specie ittiche allevate, in quanto viene utilizzato nella respirazione degli organismi acquatici. La quantità di ossigeno disciolto nell'acqua è in stretta relazione con altri due parametri, la temperatura e la pressione atmosferica; nei confronti di entrambi, la quantità di ossigeno disciolto in acqua è inversamente proporzionale al loro aumentare, come lo è nei confronti della concentrazione salina.

La misurazione della quantità di ossigeno disciolto in un corso d'acqua, può essere effettuata in diversi metodi: sicuramente il metodo maggiormente preciso è quello chimico o di Winkler, che si basa sulla proprietà di alcuni composti chimici di fissare la quantità di ossigeno disciolto, facendolo precipitare. Il precipitato ottenuto viene successivamente disciolto in ambiente acido, in presenza di un sale iodico, il quale libera una quantità equivalente di iodio che viene titolata volumetricamente con tiosolfato sodico, in presenza di opportuno indicatore. La quantità di iodio titolato, corrisponde alla quantità di ossigeno disciolto nell'acqua. Il metodo invece più utilizzato in acquacoltura, sia per la sua estrema praticità che per la semplicità di misurazione e di lettura, è quello che prevede l'utilizzo di elettrodi a membrana (ossimetri); tale sistema è basato sull'impiego di elettrodi immersi in una cella contenente un elettrolita che resta separato dall'ambiente esterno grazie una membrana permeabile ai gas, costituita da un film di polimero organico molto sottile. La permeabilità della membrana varia con la temperatura e con la forza ionica o salinità del campione da analizzare. Tale misurazione, di tipo elettrochimico, risulta particolarmente utile in fase di monitoraggio in continuo o per effettuare un numero molto elevato di misurazioni; è un sistema più veloce e meno indaginoso del precedente, anche se presenta un'accuratezza e una precisione decisamente inferiore.

Per una valutazione più diretta ed immediata delle variazioni stagionali e della distribuzione verticale dell'ossigeno disciolto in una colonna d'acqua, è utile esprimere la misura dell'ossigeno non solamente in termini prettamente ponderali (mg/l o ppm), ma anche in percentuale di saturazione, calcolabile, nella maggior parte dei casi, direttamente con l'ossimetro. Tale parametro rappresenta il rapporto tra la concentrazione di ossigeno misurata in ppm e la concentrazione teorica di equilibrio, cioè la saturazione presente alle condizioni di temperatura e di pressione atmosferica riscontrate.

A questo punto vanno descritti una serie di parametri, strettamente correlati tra loro; l'**alcalinità**, concettualmente rappresenta la massima capacità di una soluzione acquosa di neutralizzare degli acidi forti. Risulta un parametro molto importante, in particolar modo nei laghi, soprattutto per stimare la vulnerabilità dell'ecosistema lacustre all'acidificazione. Le specie chimiche che concorrono alla determinazione dell'alcalinità sono diverse, ma nelle acque dolci essenzialmente sono rappresentate dai bicarbonati (HCO_3^-) e dai carbonati (CO_3^{2-}). La conoscenza degli equilibri del carbonio inorganico risultano essere di estremo interesse e sono direttamente connessi con concetti usualmente utilizzati quali il pH, il potere tampone e la riserva alcalina delle acque.

L'**effetto tampone** generalmente agisce nelle acque naturali, mantenendo il pH in un range di variazione compatibile con la vita acquatica, generalmente compreso tra valori di 6 ed 8,5. Nelle acque naturali, il tampone più efficiente è costituito dal sistema bicarbonati-carbonati.

Una grave alterazione della chimica idrica è costituita dalla distruzione dell'alcalinità e quindi dell'effetto tampone, ad opera di immissione di sostanze acide o di scarichi industriali.

Il **pH**, come già detto precedentemente, è strettamente dipendente dall'alcalinità dell'acqua e negli ambienti naturali è regolato principalmente dagli equilibri del carbonio inorganico. In un sistema in equilibrio con la CO₂ atmosferica, si riscontrano i seguenti equilibri: l'anidride carbonica atmosferica, allo stato gassoso, è in equilibrio con quella disciolta nell'acqua e tale equilibrio dipende dalla pressione atmosferica, dalla temperatura e dalla salinità; la CO₂ disciolta reagisce con molecole d'acqua, formando acido carbonico (H₂CO₃), il quale si dissocia in ione bicarbonato ed ione carbonato; la molecola dell'acqua viene dissociata in idrogenioni (H⁺) ed ossidrilioni (OH⁻). Per definizione il pH rappresenta l'inverso del logaritmo della concentrazione degli idrogenioni.

Il pH generalmente viene determinato per via elettrometrica, misurando la differenza di potenziale tra l'elettrodo di misura, in vetro permeabile agli idrogenioni ed un elettrodo di riferimento a potenziale noto. L'elettrodo in vetro contiene al suo interno l'elettrodo di riferimento in contatto mediante un ponte salino con una soluzione di acido cloridrico tamponata a pH noto. Con l'immersione dell'elettrodo nel campione, tra le due facce della sottile membrana di vetro si stabilisce una differenza di potenziale, in funzione della differenza esistente tra le concentrazioni di idrogenioni nella soluzione interna a pH noto e quella esterna. L'attrezzatura che opera tale misurazione viene denominata pHmetro.

Il pH delle acque superficiali è la risultante di svariati processi, riconducibili essenzialmente a reazioni acido-base ed a reazioni di ossido-riduzione. In linea generale, le reazioni di ossidazione tendono ad acidificare il sistema, fornendo protoni. Le reazioni di riduzione, assieme al dilavamento, inteso come processo di solubilizzazione e scambio acido-base sulle rocce e nel suolo, servono a consumare protoni, aggiungendo riserva alcalina alle acque.

La valutazione del pH rappresenta una misurazione estremamente importante soprattutto per valutare l'eventuale rischio che si può incorrere in alcune pratiche di disinfezioni utilizzate routinariamente in allevamento: alcuni composti presentano un comportamento diverso a seconda del pH e quindi risultano più o meno maneggiabili.

Il **potenziale di ossido-riduzione** è una misurazione che può essere utile nell'acqua per poter capire se all'interno della stessa vi siano dei processi ossidativi o riducenti. Tale potenziale (Redox) viene misurato elettricamente, tramite un apposito strumento ed indica la capacità del substrato su cui si effettua la misurazione, di avere un potere ossidante o riducente. Un esempio molto pratico sull'utilizzo del potenziale Redox è quello in cui si effettuano misurazioni del corpo idrico dopo essere stato sottoposto ad ozonazione: con l'azione altamente ossidante dell'ozono, si ossida in parte o totalmente la materia organica presente, causando una variazione sensibile dei valori di Redox.

Di estrema importanza sono le misurazioni che si devono effettuare all'interno del corpo idrico che passa attraverso le vasche, di composti altamente tossici per i pesci, che rappresentano per lo più dei cataboliti della loro attività. E' il caso dell'ammoniaca, dei nitriti e dei nitrati ad essa associati.

L'**ammoniaca** in particolare, è il prodotto del catabolismo proteico e viene escreta in modo attivo dai pesci, soprattutto attraverso le branchie. Tale composto presenta una forte tossicità nei confronti dei pesci; in ambiente acido risulta facilmente trasformata in ione ammonio, il quale facilmente reagisce con anioni, per dare dei sali che risultano essere meno tossici; in ambiente basico invece, l'ammoniaca difficilmente si trasforma e quindi assume una maggiore tossicità, a parità di concentrazione. La presenza di tale composto si fa maggiormente sentire, quanto più risulta essere scarso il ricambio d'acqua e tanto più l'alimentazione si fa spinta; inoltre la sua tossicità è in stretta relazione con l'aumentare della temperatura e della densità dei pesci in vasca.

L'ammoniaca viene trasformata naturalmente in composti meno tossici, trasformazione operata da batteri che la trasformano in sali: **nitriti** e **nitrati**. Anche tali composti risultano

essere pericolosi per la vita acquatica, ma i valori rischiosi risultano essere estremamente più elevati rispetto a quelli dell'ammoniaca. Generalmente si indicano, quali valori soglia di questi composti chimici, livelli inferiori ad 1,5 ppm per l'ammoniaca totale, livelli inferiori a 4 ppm per i nitriti ed inferiori a 60-70 ppm per i nitrati. Al di sopra di tali valori è molto probabile assistere all'insorgenza di problematiche, anche serie, in allevamento.

Altri elementi che possono condizionare anche in modo pesante la redditività di un impianto, sono i **metalli**; la loro presenza, o meglio la presenza di alcuni di essi in concentrazioni più o meno significative, possono determinare mortalità imponenti. Un esempio può essere fornito dallo zinco, che è in grado anche in piccole quantità di determinare mortalità nei pesci; anche sali di ferro e manganese, precipitando, possono determinare reazioni dannose sugli epitelii branchiali o sulle uova.

Infine un'altra caratteristica chimica dell'acqua che deve essere sempre valutata e la **sovrassaturazione di azoto**; tale qualità specifica è causa di gravi mortalità in quanto causa di una patologia denominata Malattia da Gas. Le acque sotto forti pressioni, presentano dei gas, tra cui il più importante è l'azoto, in sovrassaturazione e allo stato disciolto; con la violenta presentazione alla superficie di tali acque, generalmente attraverso un pozzo, il gas disciolto, che prima sottostava ad una certa pressione, si ritrova molto repentinamente a pressione minore rispetto a quella della falda, ritornando allo stato gassoso. Tale sovrassaturazione porta ad una grande concentrazione di questa miscela gassosa all'interno del corpo idrico, l'assunzione della quale determina un'embolia dei soggetti che vivono in acqua.

SISTEMI PER MIGLIORARE LA QUALITÀ DELL'ACQUA

L'acqua rappresenta il bene più prezioso per l'acquacoltura ed è indispensabile preservare al meglio tale risorsa; grazie alla tecnologia sono a disposizione degli allevatori una serie di accorgimenti e di attrezzature atte al miglioramento o al mantenimento di alcune caratteristiche dell'acqua ricevente o di quella all'interno delle strutture d'allevamento. Inoltre sono stati messi a punto dei sistemi che consentono di evitare un suo eccessivo sfruttamento e riuscire a restituirla al bacino idrico ricevente nelle condizioni più idonee possibili. Tra i principali sistemi per ottenere un miglioramento delle qualità dell'acqua in un allevamento, possiamo distinguere impianti di decantazione, di filtrazione, di ossigenazione, di sterilizzazione e di degassazione.

Il sistema di **decantazione** serve soprattutto per poter eliminare in modo fisico-meccanico le particelle presenti in sospensione nell'acqua (particelle di sabbia, ecc.). I bacini di decantazione possono essere posti all'entrata di un impianto, per poter far sedimentare le particelle corpuscolari presenti nel corpo idrico, in modo da impedire la loro entrata nelle vasche ed evitare problemi di abrasione che si possono verificare a livello branchiale. Possono inoltre essere posti dopo l'uscita di pozzi profondi per poter eliminare l'eventuale sabbia presente nell'acqua profonda. Devono inoltre essere presenti dei bacini, all'uscita di ogni allevamento, con dimensioni sufficienti a contenere il corpo idrico, questo per permettere un'efficace decantazione delle acque reflue, in modo da eliminare la maggior parte dei residui di cibo, le feci e quant'altro si presenti in sospensione nell'acqua, onde evitare, per quello che è possibile, un grave inquinamento organico del fiume a valle dell'azienda. I bacini di decantazione vanno periodicamente puliti, mediante prosciugamento totale o parziale ed asportazione dei fanghi, in modo da mantenere efficiente ed efficace il sistema.

Gli impianti di **filtrazione** vengono utilizzati per ottenere un miglioramento delle qualità fisiche dell'acqua. Possiamo distinguere diverse tipologie di filtrazione: le principali sono la

filtrazione meccanica, quella biologica e quella mediante resine a scambio ionico. La prima è quella di più semplice utilizzo e viene operata tramite dei veri e propri filtri a porosità variabile, in cui l'acqua passa forzatamente, lasciando sulla superficie del filtro tutte le particelle di diametro maggiore ai pori del filtro stesso (Figura 1A). Per una filtrazione grossolana, si utilizzano dei grossi cilindri, che vengono impiegati soprattutto in situazione dove la portata d'acqua è rilevante. I filtri in cui l'operazione deve essere più accurata, sono costituiti da sostanze con porosità via via minore, fino ad arrivare a filtri che operano una forte filtrazione in impianti a circuito chiuso, dove è necessaria una filtrazione molto spinta dell'acqua, in quanto questa viene quasi totalmente riutilizzata. In questo caso, alla filtrazione meccanica vengono associati altri tipi di filtrazione.

Nella filtrazione biologica invece, si deve effettuare il passaggio della colonna d'acqua attraverso un sistema in cui esiste una determinata popolazione batterica che determina la degradazione dei composti indesiderati del metabolismo animale (ammoniaca, nitriti, ecc.), attraverso dei fenomeni di ossido-riduzione. Tali filtri sono generalmente utilizzati in impianti a circuito chiuso, in avannotterie del settore marino, in acquari, ecc.

Infine, la filtrazione con resine a scambio ionico è un metodo in cui il volume d'acqua viene filtrato attraverso una colonna in cui siano poste delle resine, le quali trattengono tutte le sostanze che possono interagire chimicamente con gli ioni presenti nella colonna di filtrazione. Anche questo sistema viene ampiamente utilizzato in strutture a circuito chiuso, ma serve anche per migliorare la qualità dell'acqua nel quantitativo di cationi (addolcimento delle acque).

I metodi di **ossigenazione** sono sistemi che permettono di aumentare il contenuto di ossigeno nell'acqua delle vasche. Come è stato più volte ripetuto nel capitolo precedente, l'ossigeno è un elemento estremamente importante: la sua concentrazione in dosi elevate permette un miglioramento delle condizioni di vita del pesce contenuto nelle vasche, consentendo una maggiore densità e una relativa forzatura dell'alimentazione, con maggior rese per migliore utilizzo dell'alimento, nell'ottica di una gestione migliore della produttività.

Vi sono diversi sistemi atti ad aumentare il contenuto di ossigeno nell'acqua: alcuni, da sempre praticati, non sono più considerati metodi efficienti, in quanto consentono, tramite lo sbattimento dell'acqua, un semplice arricchimento di ossigeno, nell'ordine di pochi decimi di unità, che attualmente non consente più un loro utilizzo per operare in condizioni di intensività. I vecchi metodi di ossigenazione meccanica, che vengono ancora usati in alcune tipologie di allevamento e rappresentati dagli ossigenatori a fungo, dagli sbattitori, ecc., consentono di aumentare la superficie di contatto tra l'acqua e l'aria, determinando così un arricchimento naturale dell'ossigeno disciolto in acqua. Un sistema di ossigenazione meccanica ancor oggi utilizzato quando possibile, è quello di provocare dei salti lungo il corpo idrico, determinando così un aumento naturale della superficie di contatto acqua-aria.

La tecnologia attuale ha permesso invece di ottenere un elevato tasso di ossigeno disciolto, iniettando direttamente l'ossigeno nell'acqua. L'utilizzazione "dell'ossigeno liquido" direttamente all'interno dell'acqua, determina facilmente una saturazione dell'ambiente acqueo, migliorando decisamente la qualità dell'acqua. L'iniezione può essere effettuata tramite delle campane apposite, tramite dei cassoni in acciaio inox (Figura 1B), dove viene convogliato parte del battente idrico, oppure mediante camere di ossigenazione in cemento.

Per ottenere una **sterilizzazione** dell'acqua si possono utilizzare principalmente due modalità. La prima, utilizzata da maggior tempo, prevede l'uso dei raggi ultravioletti, i quali hanno un'azione di sterilizzazione, dovuta alla loro attività denaturante: sono quindi in grado di disinfettare le acque eliminando la maggior parte dei microrganismi presenti. Il loro limite è quello di avere una scarsa capacità penetrante: per ottenere un'efficace disinfezione, si deve operare l'irradiazione dei raggi U.V. su uno strato di acqua molto sottile.

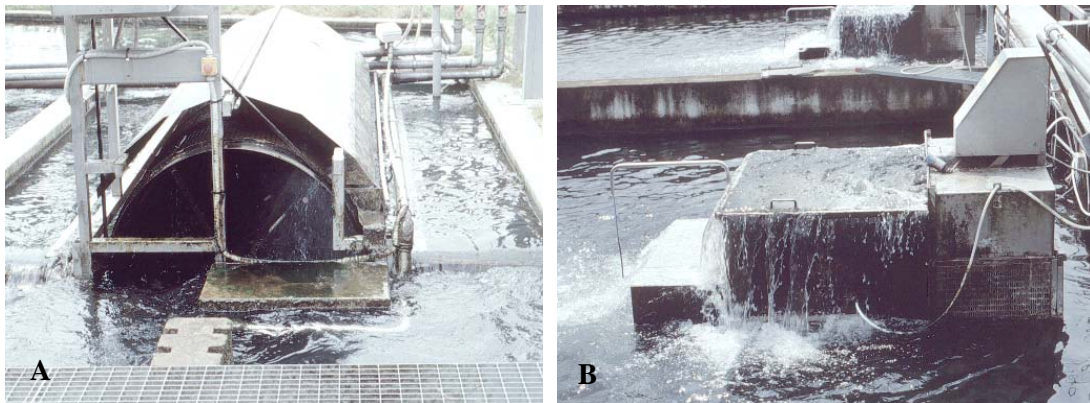


Figura 1 – A) - Sistema di filtrazione tramite l'utilizzo di filtri a tamburo dove l'acqua passa forzatamente e viene privata delle particelle di diametro superiore ai fori del filtro stesso. B) - Sistema di ossigenazione dell'acqua mediante l'utilizzo di cassoni in acciaio inox dove viene iniettato direttamente nel battente idrico l'ossigeno.
 Figure 1 – A) – Filtration water system through the use of circular filter where the water is deprived of the particles of diameter superior at holes of same filter. B) – Oxygenation water system by the use of steel inox container where the liquid oxygen was injected directly in the water.

E' quindi possibile operare tale disinfezione su una piccola portata d'acqua, come avviene ad esempio in avannotteria del settore marino. In trotticoltura, proprio per le grandi quantità d'acqua che vengono utilizzate e per le caratteristiche intrinseche del metodo di sterilizzazione, che prevede l'uso del sistema su flussi d'acqua laminari, tale sistema non trova un'applicazione pratica.

Invece, un sistema relativamente nuovo di sterilizzare l'acqua è quello operato mediante l'utilizzo di ozono. Tale composto è un forte ossidante ed opera una buona disinfezione a livello di qualsiasi tipo di acqua. E' estremamente poco maneggevole, in quanto il suo potere ossidante lo esplica anche sugli organismi superiori, causandone la morte. La disinfezione con l'ozono necessita pertanto di un determinato spazio in cui il corpo idrico trattato deve cedere tutto l'ozono non utilizzato nei processi ossidativi e quindi nell'opera di disinfezione prima di entrare ad alimentare le vasche; a tale scopo vengono utilizzati degli analizzatori in continuo che determinano la modulazione della sua erogazione. La sua azione disinfettante risulta invece molto duttile, in quanto può essere impiegato anche per portate molto grandi, purché sia immesso negli strati più profondi del corpo idrico e fatto gorgogliare finemente. Da ricordare che la molecola dell'ozono è altamente instabile e quindi non può essere stoccata: deve quindi essere prodotta sul posto dell'utilizzo. A tale scopo è presente un generatore di ozono che tramite scariche elettriche trasforma l'ossigeno nel composto altamente instabile, che viene utilizzato in una colonna per ottenere dell'acqua iperossigenata, la quale verrà utilizzata proprio per trattare il battente idrico (Figure 2 e 3).

L'utilizzo della tecnica di ozonizzazione, così come è stata ideata e progettata, serve per trattare l'acqua in entrata delle vasche, portando ad una sua sterilizzazione, mentre non ha nessun effetto sulle patologie già presenti nell'allevamento. Ecco perché l'ozonizzazione, così concepita, deve essere considerato un valido aiuto nella profilassi da attuarsi in allevamento. Inoltre, anche questo sistema ha i suoi limiti: il più importante, proprio per le funzioni che deve operare all'interno di un allevamento ittico, è quello della funzionalità in continuo; finché il sistema è in funzione ed è tarato al punto giusto, la disinfezione appare

ottimale e completa; basta però per un qualsiasi motivo, anche banale, come un calo di tensione, un guasto alla componentistica od altro, si abbia una sospensione di erogazione dell'ozono, che questo comporti una vanificazione della disinfezione effettuata precedentemente.



Figura 2 – Esempio di sistema di sterilizzazione dell'acqua mediante l'ausilio di ozono.

Visione d'insieme di un modulo: notare la torre di ozonizzazione.

Figure 2 – Example of sterilization water system by ozone. View of a module: note the ozonization tower.

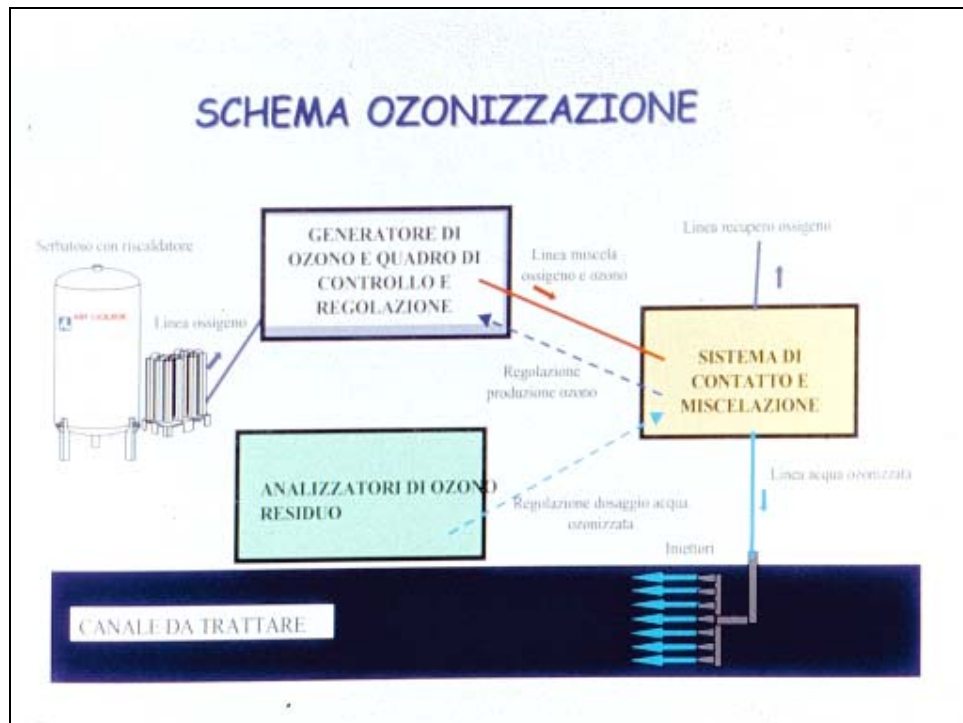


Figura 3 – Schema del funzionamento di un impianto tipo di ozonizzazione.

(Gentilmente concessa da Air Liquide Italia).

Figure 3 – Functioning diagram of a ozonization system. (Kind concession by Air Liquide Italia).

Perciò, tale sistema può essere considerato un valido aiuto nella lotta contro alcune patologie, soprattutto come metodo ausiliario, da impiegarsi come coadiuvante ad altri sistemi di lotta.

La **degassazione**, che si deve operare in tutti quei casi in cui si è in presenza di acque di pozzo o acque ricche di azoto disciolto, è un sistema più sofisticato di strippaggio, in cui si deve far passare l'acqua da trattare in un castello di griglie e corpi di espansione, onde eliminare i residui di azoto. Il castello presenta un'altezza proporzionale alla quantità di azoto contenuta nell'acqua da degassare e costituisce un metodo estremamente valido per rompere, frangere l'acqua ed eliminare l'azoto in fase gassosa nell'atmosfera. Quindi la sua progettazione deve essere fatta a tavolino, in modo accurato tenendo conto di tutte le analisi effettuate sull'acqua.

Esistono poi altri sistemi, sicuramente meno noti e meno utilizzabili in allevamento, se non in casi del tutto particolari, che consentono di effettuare dei miglioramenti alle caratteristiche intrinseche del corpo idrico: metodi di **strippaggio**, per permettere di eliminare gas indesiderati, disciolti nell'acqua; **riscaldamento** o **raffreddamento** delle acque, metodologie applicabili in allevamenti a circuito chiuso, mentre per ottenere anche tali effetti nelle altre tipologie di allevamento, si può utilizzare la **miscelazione** di acque a temperatura diversa; si può operare inoltre la **diluizione** delle acque mediante l'utilizzo di acque non ancora utilizzate, soprattutto in bacino chiusi o stagni dove l'apporto idrico è scarso.

PRINCIPI DI PULIZIA E DISINFEZIONE

Prima di descrivere brevemente le operazioni di pulizia e disinfezione che si devono effettuare in allevamento per permettere una migliore e più corretta gestione, è bene dare una loro definizione esatta. Per **pulizia** s'intende l'insieme delle operazioni atte a pulire, liberare dal sudiciume od impurità una superficie, un'attrezzatura o una vasca. Per **disinfezione** invece s'intende un'operazione o un complesso di operazioni atte ad eliminare, distruggere dei germi patogeni o potenzialmente patogeni, oppure dei parassiti; viene eseguita con mezzi fisici (calore secco, vapore, ecc.), chimici (sostanze chimiche di varia natura) e meccanici (impiego di filtri).

Appare intuitivo e del tutto inutile descrivere le operazioni di pulizia che vanno effettuate nei canali di carico e scarico, nei bacini di decantazione e nelle vasche d'allevamento. Invece è bene soffermarsi nelle operazioni di pulizia delle attrezzature fisse e di quelle mobili.

La pulizia delle attrezzature fisse deve avvenire periodicamente nell'arco dell'anno, a seconda del tipo di operazioni che si deve effettuare. Ad esempio, le camere di ossigenazione in cemento vengono pulite previo loro completo svuotamento; la loro pulizia consiste in una totale rimozione dei fanghi o della sabbia depositati al loro interno, con pulizia anche delle pareti e delle aperture. I cassoni di ossigenazione in acciaio inox invece, vanno puliti, rimuovendoli dalla loro sede di utilizzo, mediante getti d'acqua calda e detersivi, operando successivamente un energico risciacquo. Altro esempio particolare di attrezzature fisse in cui si deve operare una buona pulizia per una più efficiente funzionalità, è quello che riguarda i castelli di degassazione: questi vanno puliti periodicamente, mediante loro completo smontaggio; le operazioni di pulizia, effettuate mediante l'ausilio di getti d'acqua pulita, vengono attuate alle griglie, ma soprattutto ai corpi di espansione; tali operazioni devono presentare una periodicità che dipende dal tipo di acqua di pozzo di cui si dispone (generalmente una volta al mese), in quanto i componenti tendono ad intasarsi con ammassi di microrganismi o vegetali.

La pulizia delle attrezzature mobili invece va effettuata generalmente in luoghi diversi da quelli in cui alloggiano solitamente o dove vengono utilizzate; tale pulizia, che consiste

generalmente in una eliminazione di alghe o residui di altro materiale che otturi ed incrosti tali attrezzature, viene effettuata mediante getti d'acqua calda oppure mediante semplice essiccamento e spazzolamento della loro superficie. La regolarità con cui vengono effettuate, dipende dalla stagione e dall'utilizzo delle stesse che si opera. Una pulizia particolare, estremamente importante e che si attua anche più volte al giorno, è quella che si opera sulle griglie, sia in entrata che in uscita, tramite rastrelli o spazzole particolari, in modo da eliminare foglie o quant'altro possa ostruire le stesse, evitando problemi di mancato passaggio o mancato scarico dell'acqua dalle vasche. La pulizia delle griglie di scarico è importante anche per la raccolta dei soggetti morti, che tramite la corrente vengono trasportati passivamente verso le stesse: tale argomento verrà trattato più estesamente nel capitolo dell'igiene dell'allevamento.

Per quanto riguarda invece tutte le attrezzature mobili accessorie alle vasche dell'allevamento, come misuratori di portata, ossimetri, attrezzi vari, reti, retini, spazzole, ecc., la loro pulizia deve essere effettuata ogni qual volta sia necessario, operando una buona manutenzione.

Un discorso a parte deve essere fatto sulla pulizia degli indumenti da lavoro del personale addetto alle operazioni in allevamento; per pulizia degli indumenti da lavoro si deve considerare quella operata soprattutto alle calzature (stivali, bragioni, ecc.), le quali dovrebbero essere sempre esenti da qualsiasi residuo di sostanza che possa arrecare danno ai pesci; inoltre, sarebbe bene operare periodicamente dei lavaggi accurati delle superfici esterne ed effettuare controlli sulla loro tenuta, operando eventuali sostituzioni.

Una volta operate le pulizie, è bene effettuare delle disinfezioni. Le disinfezioni dei canali e delle vasche devono essere effettuate, per quanto possibile, a secco, utilizzando generalmente prodotti quali calce viva, solfato di rame o in casi particolari, getti di vapore o getti di acqua e disinfettante. Le disinfezioni alle strutture fisse vengono effettuate soprattutto al momento della preparazione delle vasche, prima di immettere i pesci a dimora, come azione preventiva verso le malattie, in special modo di origine virale. Tali operazioni vengono ampiamente utilizzate per la bonifica degli ambienti, ad esempio in allevamenti in cui si effettua lo stamping-out dei pesci. Una particolare attenzione nelle operazioni di disinfezione deve essere effettuata in incubatoio, dove vengono disinfettate tutte le vasche con vari composti (ad esempio sali di ammonio quaternario) e successivamente con composti iodofori, per eliminare gli eventuali virus presenti nelle partite allevate precedentemente.

La disinfezione delle attrezzature risulta estremamente importante per evitare il propagarsi di infezioni da un punto ad un altro dell'allevamento. Generalmente la disinfezione viene effettuata mediante immersioni delle stesse in soluzioni detergenti di sali d'ammonio quaternario, di formalina, di clorammina, ecc. E' importante ricordare come, prima dell'utilizzo, tali attrezzature dovranno subire un energico ed accurato risciacquo per evitare la presenza di residui che potrebbero risultare dannosi per animali ed operatori.

Come per la pulizia, anche la disinfezione degli indumenti da lavoro risulta essere molto importante: tale operazione sugli stivali, risulta indispensabile effettuarla prima di attuare qualsiasi operazione in vasca con pesci, per prevenire al massimo l'insorgenza di malattie e la loro diffusione. Viene messa in pratica mediante l'aspersione di formalina sulla loro superficie esterna e sulla suola. E' altresì estremamente importante effettuare una buona disinfezione delle calzature (per le scarpe, almeno un passaggio della suola in formalina o composti iodofori), prima di poter accedere in incubatoio; per evitare tale inconveniente si possono utilizzare calzari monouso.

Un discorso particolare va fatto sulle disinfezioni che si devono operare ai mezzi di trasporto. E' estremamente importante compiere una accurata disinfezione di ogni mezzo utilizzato per il trasporto dei pesci, sia aziendale (carri-botte), sia i camion per il trasporto su strada del pesce vivo. La disinfezione deve essere effettuata ogni qual volta vengono

utilizzati, per impedire il propagarsi di infezioni nell'allevamento, ma soprattutto per evitare di importare od esportare patologie da un allevamento all'altro. La disinfezione può essere effettuata mediante l'utilizzo di formalina in quantità adeguata, facendola agire su tutte le superfici delle vasche, operando successivamente un congruo risciacquo con acqua pulita.

Delle operazioni di disinfezione particolari si possono attuare alle uova: è una pratica utilizzata nella prevenzione di alcune malattie virali che possono essere trasmesse verticalmente, dai genitori alla discendenza. Viene effettuata mediante l'utilizzo di composti iodofori subito dopo la fecondazione e per un certo periodo, seguito successivamente da un lavaggio con acqua; tale procedura deve seguire un protocollo ben preciso. Da ricordare comunque che una volta fecondate, le uova devono subire periodicamente delle disinfezioni sia negli embrionatori che negli schiuditori, per contenere la carica delle saprolegnie e diminuire la possibilità della loro crescita.

Anche sul pesce è possibile attuare delle disinfezioni, possibilmente a scopo profilattico: si dovrebbero utilizzare periodicamente delle sostanze che mantengano bassa la carica infettante di germi o parassiti; si possono eseguire anche delle disinfezioni a carattere terapeutico, a dosaggi decisamente superiori, per contrastare una patologia, generalmente di origine parassitaria. Quasi tutti i composti che potrebbero venire utilizzati nella disinfezione dei pesci, non risultano autorizzati dalle leggi vigenti in materia, in quanto non possiedono gli MRL richiesti per l'approvazione da parte del Ministero al loro utilizzo.

Le possibilità di poter operare delle disinfezioni in allevamento sono essenzialmente due: tramite un bagno corto, in cui la somministrazione del prodotto avviene ad una concentrazione elevata per breve tempo (da 15 a 60 minuti), oppure tramite un bagno lungo o permanente in cui la somministrazione del disinfettante avviene a concentrazioni minori per molto più tempo, dove l'efficacia risulta essere minore. Generalmente il bagno corto viene utilizzato in allevamenti con acque correnti, dove l'azione del disinfettante deve espletarsi rapidamente per un forte effetto diluente di grandi portate d'acqua o in ambienti circoscritti, nei quali è facile effettuare un ricambio in breve tempo. Per ottenere la dose da utilizzare, bisogna conoscere alcuni parametri estremamente importanti, in quanto la dose viene calcolata in base alla portata, alla tipologia del prodotto da utilizzare e al tempo di contatto che si vuole attuare. Tra le precauzioni che bisognerebbe attuare nelle operazioni di disinfezione, va segnalata quella riguardante la somministrazione della dose piena durante il primo trattamento; per alcune molecole, in cui la tossicità verso i pesci è comprovata o la loro molecola è particolarmente irritante, bisogna prevedere una sorta di adattamento dei soggetti trattati, partendo con dosi molto inferiori alla dose terapeutica, proprio per abituare i pesci alla molecola, fino ad arrivare, dopo 3-4 trattamenti crescenti, alla dose piena. Va ancora ricordato come esiste una diversa tossicità di alcuni prodotti a pH diversi o in altre differenti condizioni chimico-fisiche dell'acqua; inoltre è sempre una buona pratica diluire il prodotto da utilizzare in un quantitativo sufficiente d'acqua prima di immettere il prodotto nelle vasche.

E' ancora da ricordare che operando con la maggior parte dei disinfettanti, gli addetti alle operazioni di disinfezione devono seguire semplici, ma basilari norme comportamentali per lavorare in sicurezza. La maggior parte delle sostanze che possono avere effetto disinfettante presentano diversi gradi di pericolosità: bisogna quindi operare con l'ausilio di tutti quei mezzi che permettono di eseguire tali operazioni, evitando i pericoli; si dovranno utilizzare guanti gommati per evitare ustioni, mascherine per evitare inalazioni pericolose, ecc. E' inoltre importante che gli operatori siano pienamente consapevoli di ciò che si apprestano a fare, per evitare ulteriori ed inutili rischi.

PRINCIPI DI TERAPIA

Non appare questo il contesto giusto per parlare di patologie, ma per definire meglio i principi che regolano una scelta terapeutica adeguata, è necessario puntualizzare alcune considerazioni, sia sull'insorgenza di una malattia, che sui metodi di prevenzione.

L'insorgenza di una malattia dipende da molteplici fattori, tra i quali quelli che maggiormente risaltano sono la presenza dell'agente causale in una concentrazione tale da determinare la malattia nell'organismo, la presenza dell'eventuale fattore predisponente nei confronti della comparsa della malattia (sovraffollamento, stress, ecc.), la presenza delle condizioni ambientali e climatiche adatte allo sviluppo dell'infezione e la presenza di un ospite adatto.

Per quanto riguarda invece la prevenzione che si deve operare, questa può dipendere da diverse operazioni che un oculato imprenditore deve saper scegliere ed attuare nel proprio impianto; ad esempio, bisogna attuare un piano di miglioramento delle disinfezioni ambientali e delle attrezzature, come riportato nel capitolo precedente ed un adeguamento degli ambienti e delle condizioni d'allevamento; è importante inoltre operare un bilanciamento del tipo di nutrizione con piani di alimentazione adeguati, effettuare valutazioni dei possibili rischi di insorgenza di patologie con l'ausilio di tecnici e/o veterinari, predisporre piani di vaccinazione contro le principali malattie d'allevamento e formare in modo continuo e consono il personale addetto alle varie operazioni in impianto. Risulta ancora essenziale intraprendere un'azione preventiva contro gli uccelli ittiofagi, che rappresentano un veicolo per alcune patologie, ma soprattutto è di primaria importanza progettare, predisporre ed effettuare forme avanzate di autocontrollo nei vari reparti dell'allevamento.

La terapia viene definita come quel complesso di provvedimenti rivolti a combattere una malattia, le sue manifestazioni e le complicazioni. Gli antibiotici ed i chemioterapici sono le sostanze maggiormente utilizzate nella terapia delle affezioni batteriche e nell'agire sulle complicanze da batteri durante le forme morbose di natura virale. Per quanto riguarda la terapia delle malattie di origine parassitaria, si opera, come descritto nel capitolo precedente, mediante delle operazioni di disinfezione. I farmaci utilizzati, siano essi chemioterapici che antibiotici, possono presentare generalmente un'attività di tipo batteriostatica, in cui il principio attivo inibisce la crescita e la moltiplicazione del germe, consentendo un'aggressione dello stesso da parte delle difese organiche dell'ospite (attività dei macrofagi, ecc.), oppure un'attività di tipo battericida, in cui il principio attivo agisce direttamente sul germe, inattivando il suo metabolismo, distruggendo la sua parete cellulare, ecc. La scelta del farmaco più utile per la terapia deve essere molto ponderata, analizzando sempre il tipo di germe responsabile della patologia e le sue caratteristiche strutturali: è estremamente importante effettuare una coltura batterica per l'identificazione di specie ed effettuare sempre un'antibiogramma per poter valutare eventualmente delle resistenze a prodotti terapeutici, che, senza tale responso, potrebbero venire ugualmente utilizzati, senza però causare l'effetto desiderato. Tali ricerche devono essere le più tempestive possibili, per velocizzare al massimo l'azione terapeutica. L'approntamento di un antibiogramma è un'operazione che richiede comunque sempre del tempo (24-48 ore dall'isolamento del germe); per tale motivo, in condizioni di estrema necessità è possibile procedere con la terapia senza aspettare il responso del laboratorio; è per questo motivo che ci si deve avvalere sempre delle prestazioni di un veterinario che, di volta in volta può decidere gli interventi più indicati. Con l'esito dell'antibiogramma, la terapia potrà continuare od essere modificata in corso di somministrazione, a seconda del responso ottenuto.

La valutazione degli effetti della terapia eseguita, può essere molto agevole quando la risposta è veloce e soddisfacente, oppure più difficoltosa, quando la risposta tarda a

comparire o la sintomatologia non scompare del tutto in tempi brevi. Tale difficoltà può essere causata da innumerevoli motivi, tra i quali possiamo annoverare: la terapia poco idonea, l'utilizzo di farmaci attivi, ma non elettivi, una posologia insufficiente, una durata del trattamento insufficiente, presenza di reinfezioni, la cronicizzazione del processo morboso, ecc.

Altro parametro importante da tenere sempre in considerazione, è la possibilità di indurre, più o meno facilmente, il fenomeno dell'antibiotico-resistenza. Alcuni germi acquisiscono con maggiore facilità rispetto ad altri, tale caratteristica: l'utilizzo di dosaggi ripetuti di alcuni antibiotici, causano la selezione di determinati ceppi batterici insensibili all'azione di tale sostanza e che diventano quindi difficilmente trattabili e controllabili. Un esempio di farmaco che induce facilmente antibiotico-resistenza è la flumequine.

A volte invece, per potenziare l'azione di alcuni farmaci, è utile effettuare in sede di terapia, l'associazione di due composti per ottenere una maggiore efficacia di trattamento. Un esempio caratteristico è l'associazione di un sulfamidico con il trimethoprim, in cui le due azioni si associano risultandone potenziate.

Tutto quello che è stato enunciato fino ad ora in materia di terapia, appare importante alla luce delle scelte che si devono operare in allevamento al sopraggiungere di una patologia batterica. Perché un prodotto possa esplicare al meglio la propria azione, deve essere somministrato in concentrazione utile, in modo costante nel tempo e per un periodo sufficientemente lungo; infatti, utilizzando il terapeutico in dosi non adeguate, per un tempo insufficiente oppure non costantemente nel tempo, porta alla possibilità di ricadute, ma soprattutto all'instaurarsi di fenomeni di resistenza.

La somministrazione del prodotto terapeutico può essere effettuata tramite inoculazione intraperitoneale (sistema estremamente efficace, ma improponibile sui grandi numeri della terapia di massa in allevamento), per assorbimento, tramite bagni medicati, oppure per os o via orale, con l'alimento. La somministrazione mediante il cibo avviene utilizzando l'integrazione del composto terapeutico direttamente nel mangime, in modo da renderlo facilmente disponibile con l'assunzione della dieta. La dose da somministrare viene sempre espressa in milligrammi di prodotto per chilogrammo di peso vivo (mg/kg p.v.) e sta ad indicare la dose unitaria per chilo di pesce, da somministrare nell'unità di tempo. Nel caso di somministrazione per via orale tramite il cibo, si deve tenere conto della percentuale di razione giornaliera con cui i soggetti trattati vengono alimentati. Per semplificare i calcoli, di solito, si utilizza il razione giornaliera all'1%.

Per ottenere un prodotto di alta qualità, è necessario effettuare un congruo tempo di sospensione dopo la terapia; per tempo di sospensione s'intende il periodo che è necessario perché la sostanza possa essere metabolizzata dall'organismo, in modo da non comparire più in concentrazioni rilevabili o sotto i valori soglia imposti dalla legge nelle parti edibili. Lo scopo ultimo del tempo di sospensione è quello di evitare la presenza di composti indesiderati, dannosi o comunque non conformi, nelle carni licenziate al consumo umano. Il tempo di sospensione generalmente viene espresso in gradi/giorno e risulta essere diverso da sostanza a sostanza. E' quindi importante effettuare dei trattamenti rispettando i tempi di sospensione, in modo da ottenere dei residui nelle carni al di sotto dei limiti stabiliti per legge, contemplati anche sul Piano Nazionale Residui. Il livello zero, che un tempo veniva evocato, adesso ha poca credibilità, in quanto l'affinamento delle tecnologie analitiche consente una maggiore soglia di rilevabilità dell'analisi, con conseguente rilevamento di dosi sempre più piccole all'interno di una matrice.

Attualmente in Italia è permesso l'uso in acquacoltura di solamente poche molecole antibiotiche: la clortetraciclina e l'ossitetraciclina, la flumequine, la sulfadiazina, il trimethoprim (da utilizzarsi in associazione con il sulfamidico) e l'amoxicillina. Esiste comunque la possibilità di prescrivere, mediante ricetta in deroga, altre molecole che il

veterinario ritenga opportuno utilizzare per la terapia di particolari forme batteriche, che altrimenti non verrebbero contrastate con le attuali molecole consentite.

VACCINAZIONE

Prima di parlare delle pratiche di vaccinazione vere e proprie, è bene ricordare alcuni rudimenti sul tipo di immunità e sulle difese che attuano gli organismi. Le difese possono essere suddivise in specifiche ed aspecifiche. Le difese di tipo aspecifico, sono quei meccanismi di difesa capaci di prevenire l'insorgenza di infezioni generalizzate, di controllare la loro diffusione o di limitare le lesioni ai tessuti. Tale tipo di immunità non è legata agli agenti eziologici e non possiede il meccanismo della "memoria immunitaria". Tra le risposte aspecifiche, possiamo ritrovare l'aumento della produzione di muco cutaneo o branchiale, la presenza di sostanze particolari, quali il complemento, il lisozima, ecc., la presenza della risposta infiammatoria con attivazione del processo di fagocitosi, della proliferazione fibroblastica e successivo fenomeno di cicatrizzazione. Le difese specifiche invece, si instaurano in modo mirato verso l'aggressione dell'organismo da parte di un agente patogeno. Queste insorgono perciò generalmente dopo uno stimolo e danno una risposta mirata allo stimolo stesso. Alla base di tale processo, si trovano le cellule immunocompetenti o linfociti, che sono responsabili in vario modo di tre aspetti dell'immunità vera e propria: l'immunità umorale, quella cellulo-mediata e la memoria immunitaria. Nei pesci, con una stimolazione antigene, si ha la comparsa degli anticorpi specifici dopo un certo periodo, quantificabile in circa 6-7 giorni; dopo tale periodo le cellule produttrici di anticorpi appaiono nel rene e nella milza, dove il loro numero incrementa in modo esponenziale in breve tempo. Gli anticorpi in circolo compaiono dopo 10-15 giorni dalla stimolazione antigene, quando le cellule produttrici raggiungono la loro massima presenza e la quantità di anticorpi aumenta anch'essa in modo proporzionale, raggiungendo l'apice intorno al 20°-30° giorno. Il decremento del livello anticorpale può essere più o meno veloce, a seconda della specie ittica, del tipo di stimolazione e del tipo di antigene. In contrapposizione a ciò che accade nei mammiferi, i pesci presentano un tempo di latenza tra stimolazione antigene e risposta immunitaria mediamente più lungo, mentre il livello anticorpale si mantiene per un tempo maggiore.

Si possono avere dei sistemi di immunizzazione naturale, in cui i pesci subiscono l'aggressione da parte dell'agente patogeno in modo naturale, consentendo di ottenere nei soggetti che superano la malattia, un'immunizzazione duratura, oppure dei sistemi di immunizzazione vaccinale, in cui i pesci vengono esposti a determinati antigeni, mediante la vaccinazione, ottenendo un grado di copertura più o meno valido, a seconda del modo di somministrazione del vaccino stesso. Si distinguono diversi tipi di vaccinazione: una vaccinazione orale, una per bagno o immersione ed una per iniezione che può essere intramuscolare ed intraperitoneale.

La vaccinazione orale è una pratica di immunizzazione non ancora ampiamente utilizzata, in quanto, oltre ad essere solo poche le preparazioni utilizzabili, bisogna effettuare una microincapsulazione degli antigeni, in modo da renderli gastro-resistenti. Con l'avanzare degli studi, il miglioramento delle ricerche e della tecnica di microincapsulazione, i vaccini orali potranno in parte soppiantare l'utilizzo di altre preparazioni vaccinali, in quanto risultano essere estremamente maneggevoli e facilmente somministrabili ai pesci da trattare. Infatti, tali vaccini vengono miscelati, in dosi prestabilite, con il mangime e la loro somministrazione avviene semplicemente con il cibo durante la giornata (Figura 4A).

Nella vaccinazione per bagno o immersione, la somministrazione della dose vaccinale avviene mediante l'impiego di soluzioni liquide, a dosaggi ed in tempi prestabiliti, in cui

vengono immersi i pesci da trattare; per l'alto costo delle soluzioni vaccinali, si utilizza tale metodologia in novellame di 3-10 grammi, proprio per servirsi di quantità minori di vaccino possibile; non viene utilizzato a taglie inferiori, in quanto il pesce non ha ancora sviluppato del tutto il sistema immunitario, tanto da consentire l'instaurarsi di una buona risposta anticorpale. A taglie superiori invece, tale pratica non risulta essere più economica.

Per quanto riguarda la **vaccinazione per iniezione**, il metodo classico risulta essere quello dell'iniezione intraperitoneale, in quanto quella intramuscolare, per la minor consistenza del tessuto muscolare caratteristica dei pesci, non produce un'immediata chiusura del canale che si viene a formare con l'introduzione dell'ago, agevolando la fuoriuscita del vaccino. La penetrazione in cavità addominale invece, consente la diffusione del liquido tra i visceri, senza una fuoriuscita dal tragitto effettuato nella sottile parete muscolare del ventre, evitando inoltre la formazione di granulomi muscolari indesiderati. L'iniezione intraperitoneale viene eseguita mediante l'introduzione dell'ago a livello ventrale, poco al di sopra delle pinne ventrali, per evitare di ledere gli organi interni. Il pesce viene dapprima anestetizzato, mediante un bagno in una soluzione contenente anestetico (ad esempio, MS-222 o composti simili) e poi viene variamente manipolato per presentarlo alla vaccinazione; infine, una volta effettuata l'iniezione, viene immerso in acqua ben ossigenata, dove, dopo alcune decine di secondi, si risveglia, nuotando normalmente. Il pesce così trattato subisce un periodo di digiuno variabile dai 3 ai 5 giorni, per evitare eventuali problemi. L'iniezione può essere eseguita manualmente (Figura 4B) oppure mediante apposite macchine vaccinatrici (Figura 4C). Per utilizzare al meglio queste attrezzature si deve operare una rigorosa selezione dei pesci, in quanto si deve ottenere una notevole uniformità di taglia; inoltre risultano di difficile gestione negli spostamenti e si devono affrontare dei costi rilevanti sia d'acquisto che di manutenzione. I vantaggi sono però notevoli, in quanto necessitano di pochi operatori per farle funzionare, riducendo al minimo i tempi morti di lavorazione. La capacità lavorativa è indubbiamente superiore alla vaccinazione condotta a mano (2.500-3.000 pesci/ora contro i 1.500-2.500 pesci/ora); da non sottovalutare l'estrema precisione e l'alta percentuale di soggetti effettivamente vaccinati. Resta ancora da ribadire l'importanza della manualità che, anche nella vaccinazione, a volte permette di adeguarsi al meglio al variare delle condizioni; è opinione del tutto personale che il sistema migliore resti sempre quello della vaccinazione a mano, in quanto la minore capacità lavorativa del sistema può essere facilmente ovviata utilizzando un team altamente specializzato, il quale può facilmente operare con la stessa produttività delle macchine; inoltre la sensibilità che gli operatori mantengono, permette una maggiore duttilità del sistema vaccinale, permettendo di operare in situazioni che possono modificarsi nel corso delle operazioni senza avere delle flessioni di produttività. E' ancora da rimarcare come la mano e l'occhio allenati di un operatore ben formato, permettono di giudicare e discernere tutte le situazioni e gli inevitabili imprevisti che si possono venire a presentare durante il corso delle fasi di vaccinazione.

Attualmente in Italia sono presenti in commercio solamente vaccini utilizzabili per immersione; è possibile impiegare però vaccini stabulogeni che possono essere prodotti solamente dagli Istituti Zooprofilattici Sperimentali. Per quanto riguarda i vaccini da impiegarsi per via iniettabile, attualmente esistono diverse possibilità di scelta: ci sono "bacterin", cioè vaccini spenti costituiti solamente dai germi inattivati e vaccini adiuvati, in cui alla sospensione batterica si aggiunge degli adiuvanti che hanno l'azione di mantenere più a lungo l'effetto immunitario.



Figura 4 – A) - Vaccinazione per via orale. Somministrazione del vaccino tramite l'alimento. B) - Vaccinazione per iniezione intraperitoneale. La somministrazione del vaccino può essere effettuata mediante l'ausilio di pistole autocaricanti da personale esperto. C) - Vaccinazione per iniezione intraperitoneale. La somministrazione del vaccino viene effettuata meccanicamente.

Figure 4 – A) – Oral vaccination. Food vaccine administration. B) – Intraperitoneal vaccination. The vaccine administration is carry out with self-loading syringes by expert staff. C) – Intraperitoneal vaccination. The vaccine administration is automatic.

IMPATTO AMBIENTALE

Anche l'acquacoltura, come tutte le attività antropiche, determina degli effetti negativi sull'ambiente. Si possono distinguere effetti locali di autoinquinamento, dove è possibile avere anche gravi ripercussioni sull'ambiente di allevamento o nelle sue immediate vicinanze ed effetti a distanza, sull'ecosistema inteso nel suo insieme. Anche nel nostro Paese, come in molte altre Nazioni si sta diffondendo una crescente preoccupazione per le possibili ripercussioni negative dell'acquacoltura intensiva sull'ambiente. La portata di tali effetti è subordinata alle dimensioni dell'allevamento, al numero di impianti presenti in una determinata area e al metodo d'allevamento. Benché rispetto ad altri settori industriali e

zootecnici e ad altre fonti d'inquinamento, l'acquacoltura produca effetti relativamente modesti, questi risultano essere oggi in aumento.

Per quanto riguarda gli effetti a distanza, esistono quattro forme principali d'inquinamento, dovute all'attività d'acquacoltura, indipendentemente dalla tecnica d'allevamento adottata e dall'ubicazione dell'impianto: l'emissione di detriti solidi e di materiale organico che consuma ossigeno; l'emissione di nutrienti, per lo più azoto e fosforo, in forme diverse; l'emissione di antibiotici ed altre sostanze chimiche, nonché l'introduzione di microrganismi patogeni. Tali effetti si manifestano in genere in un raggio d'azione che può andare da un centinaio di metri a parecchi chilometri dalla sede di allevamento, a seconda delle specifiche circostanze. Uno degli effetti più immediatamente evidenti è l'eutrofizzazione, fenomeno che in condizioni favorevoli può avere caratteristiche positive, in quanto comporta un aumento della produttività, ma che può favorire anche la comparsa di fioriture algali tossiche; inoltre, in presenza di elevati livelli di eutrofizzazione, ampie zone costiere riparate possono andare incontro a situazioni di carenza d'ossigeno, soprattutto nel periodo estivo. L'accumulo di materiale organico sul fondo crea delle condizioni di anaerobiosi nelle immediate vicinanze dell'allevamento, determinando un abbassamento del livello di ossigeno in vaste zone; tali condizioni possono avere degli effetti devastanti soprattutto sulla molluschicoltura, oltre che a modificare la flora e la fauna del fondo.

Le più gravi ripercussioni sull'ambiente si avvertono all'interno dell'allevamento o nelle sue immediate vicinanze; il forte carico inquinante può avere degli effetti deleteri sulla flora e fauna selvatica della zona interessata, ma rappresenta una minaccia ancor più seria per i pesci stessi oggetto d'allevamento. Una vasca per l'allevamento ittico intensivo deve essere caratterizzata da un basso rapporto flusso/velocità, in modo da poter fare un uso più efficace della risorsa idrica, mantenendola a livelli qualitativamente elevati. E' quindi necessario che il fabbisogno di ossigeno del pesce venga soddisfatto e che le feci ed i prodotti del catabolismo vengano eliminati in fretta ed in modo efficace. I principali fattori che incidono sulla qualità dell'acqua e sul grado di autoinquinamento sono: la capacità di autopulizia delle vasche, il depositarsi di pesci morti e la loro distribuzione sul fondo, il numero e l'entità delle zone morte, l'accumulo dei residui organici, ecc.

L'insufficiente disponibilità d'acqua pulita e non inquinata, nonché il pericolo d'inquinamento e di propagazione delle malattie, rappresentano dei forti ostacoli all'ulteriore sviluppo dell'acquacoltura, riutilizzando le risorse idriche già sfruttate. Elaborare una sicura e funzionale tecnica di ricircolo, è compito difficile ed oneroso in termini prettamente economici. Per utilizzare tali acque, devono avvenire delle opere di filtrazione (meccanica o meccanico-biologica) che consentano di trasformare le sostanze tossiche in composti meno nocivi o più facilmente eliminabili mediante ulteriori trattamenti. L'obiettivo primario dei sistemi di riciclaggio dell'acqua consiste nel processo di nitrificazione dell'ammoniaca.

Gli effetti di autoinquinamento che si producono con la riduzione del livello di ossigeno o con l'accumulo di rifiuti organici, o ancora per l'uso scriteriato di disinfettanti ed altri prodotti chimici, sono palesi a tutti e già citati più volte nei vari capitoli.

Tra i fattori di autoinquinamento più pericolosi ritroviamo la concentrazione di ammoniaca e di nitriti. E' risaputo che l'ammoniaca rappresenta una delle sostanze maggiormente tossiche che si rinvencono negli allevamenti ittici; può raggiungere delle concentrazioni tali da essere letali, laddove esistono elevati carichi di pesce mantenuti in aree ristrette, nonché durante il trasporto. Inoltre le diete ad elevato contenuto proteico, utilizzate negli allevamenti intensivi, determinano la produzione di elevate concentrazioni di ammoniaca. Ecco l'importanza di poter passare ad un tipo di alimentazione con minore apporto proteico. A prescindere dall'elevato grado di tossicità, l'esposizione all'ammoniaca riduce la crescita dell'animale, che appare direttamente proporzionale all'aumentare della concentrazione della stessa. Inoltre, le alte concentrazioni di ammoniaca libera non ionizzata, esercitano

un'azione irritante di natura chimico-fisica sull'epitelio branchiale. Per quanto riguarda invece i nitriti, in genere le normali tecniche di allevamento a circolazione idrica aperta, non causano problemi di tossicità. Tuttavia, il sempre maggiore utilizzo di acque di ricircolo, ha fatto dei nitriti un importante fattore ambientale, qualora tali sistemi si trovino in condizioni di sovraccarico, di sovralimentazione o di una scorretta gestione. La loro tossicità dipende dalla presenza di sali minerali e dal pH; tale azione è dovuta alla proprietà dei nitriti di trasformare l'emoglobina in metaemoglobina, un suo derivato privo della capacità di legare e trasportare l'ossigeno. L'ampio intervallo delle concentrazioni considerate tossiche dei nitriti nei confronti dei pesci, sembra poter dipendere dalla diversa capacità di ogni specie di concentrare o di eliminare i nitriti dal plasma.

L'acquacoltura quindi, condotta in modo non oculato, danneggia per prima cosa se stessa, facendo ricadere sull'allevamento stesso i primi effetti negativi. Inoltre, l'utilizzo di alcune sostanze di comprovata azione algicida od erbicida, può compromettere l'equilibrio esistente nel tratto naturale del corso d'acqua a valle dell'allevamento, potendo creare un grave impatto sulla biocenosi naturale. Oltre a tali impatti sulla flora, le modificazioni delle caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua e lo scarico di sostanze chimiche utilizzate in acquacoltura possono provocare una diminuzione del numero di soggetti della popolazione bentonica subito a valle dello scarico dell'impianto, con conseguente diminuzione della biodiversità. Il benthos perciò funge quale indicatore ecologico per valutare lo stato di salute dei corpi idrici. Si effettuano perciò degli studi sulla natura del benthos e tramite l'Extend Biotic Index (EBI) si possono definire la qualità biologica di un tratto di corso d'acqua attraverso l'analisi della struttura della comunità di macroinvertebrati, esprimendo un giudizio sulla base dei valori numerici convenzionali. Tale indice si basa sulla diversa sensibilità agli inquinanti di alcuni gruppi faunistici e sulla ricchezza in taxa della comunità complessiva.

E' ancora da ribadire che la gestione di pratiche d'acquacoltura non oculate possono causare un forte impatto anche sulla popolazione ittica selvatica, sia di tipo chimico-fisico-ambientale, con presenza di sostanze tossiche o la creazione di condizioni sfavorevoli alla vita in ambiente libero, sia di tipo biologico, in quanto l'immissione involontaria delle specie allevate, per lo più alloctone, può causare degli scompensi nelle nicchie ecologiche naturali a favore di tali specie. Si ribadisce comunque il concetto che la popolazione ittica allevata può subire dei danni anche gravi da una cattiva gestione degli impianti; gli effetti di maggior conto sono degli accrescimenti minori, comparsa di mortalità anomala, di condizioni di stress, ecc.

IGIENE D'ALLEVAMENTO

Fino a questo momento i piani di autocontrollo sono stati rivolti per lo più ai settori di trasformazione finale: è diventato indispensabile, per ottenere delle produzioni di alta qualità che siano riconosciute anche dalla grande distribuzione e dal consumatore, effettuare seri piani di autocontrollo in tutti i settori dell'allevamento, dall'avannotteria fino ad arrivare al prodotto finito, per garantire il valore della derrata tramite anche la sua tracciabilità.

Gli allevatori ben conoscono l'importanza di avere condizioni ottimali nel proprio allevamento, a livello di tutti i settori; risulta perciò superfluo descrivere le condizioni ottimali di ogni settore per ottenere la migliore redditività. E' bene però ricordare brevemente alcune piccole accortezze che non sempre vengono rispettate, ma che hanno un'importanza basilare sulla gestione dell'impianto e che facilitano le operazioni di autocontrollo. Tra queste sicuramente importante è la pratica di fornire ogni vasca ed ogni settore della stessa di attrezzature singole, quali retini, spazzole, ecc., questo per evitare la

propagazione di eventuali agenti patogeni. E' altresì indispensabile attrezzare l'allevamento, in punti particolari quali l'entrata all'avannotteria e in ogni altro settore dove può sussistere un pericolo infezione, di vasche fisse per operare la disinfezione dei mezzi che si recano nel settore stesso. Inoltre appare assolutamente importante effettuare accurate e minuziose disinfezioni dei mezzi di trasporto. Altra attività che deve essere sempre eseguita in modo continuo è quella del prelievo e dello smaltimento dei pesci morti. Tale azione deve essere condotta giornalmente, proprio per diminuire eventuali pericoli di reinfezioni.

Altra pratica importantissima, che condiziona notevolmente la qualità del prodotto che si alleva e che va sulla tavola dei consumatori, è il rispetto dei tempi di sospensione dei trattamenti eseguiti. Tale azione che può apparire a volte superflua, è estremamente importante per tutelare la salute del consumatore e che deve essere sempre seguita e documentata nell'espletamento di un serio autocontrollo. Oltre ai trattamenti terapeutici, risultano importanti anche tutti i trattamenti profilattici, tra i quali quelli che maggiormente bisogna prediligere sono le vaccinazioni. Appare di estrema importanza effettuare un periodo di digiuno prima e dopo tali operazioni per consentire al pesce di superare tale stress in modo ottimale. E' da precisare che la scelta della tipologia di vaccinazione e del tipo di vaccino da utilizzare condiziona molto la produttività, ma nello stesso tempo, tale scelta deve essere basata proprio su una oculata e ben programmata gestione dell'allevamento. Infatti, è l'imprenditore che deve decidere il destino delle varie partite ed in base al loro utilizzo dovrà essere fatta una programmazione ed una gestione delle vaccinazioni, in modo da non effettuare sprechi, che condizionano di molto le rese economiche. Purtroppo i troticoltori trovano ancora oggi delle difficoltà nella gestione di tali pratiche, a volte utilizzando presidi vaccinali non del tutto idonei per le loro esigenze. Urge perciò effettuare una migliore programmazione delle attività, per poter operare scelte più oculate e quindi economicamente più valide.

IGIENE DI LAVORAZIONE

Questo rappresenta un capitolo molto importante, ma comunque in parte separato da quello che succede direttamente in allevamento. Inoltre nel settore della lavorazione del pesce, sono già stati avviati piani di autocontrollo, che permettono il continuo monitoraggio sulle attività svolte e sulla salubrità del prodotto utilizzato. In questo contesto, però è importante descrivere alcune pratiche estremamente utili, che si ricollegano direttamente alle attività effettuate in allevamento. Il pesce deve giungere alla fase ante-macellazione in ottime condizioni di salute, in un buono stato di alimentazione e alla taglia desiderata, la quale deve essere la più uniforme possibile nella partita; questa uniformità viene ottenuta mediante accurate selezioni. E' opportuno, come già riferito precedentemente, verificare se la partita può essere licenziata al consumo così come tale o debba subire ulteriori periodi di sospensione, qualora siano stati utilizzati antibiotici negli ultimi periodi d'allevamento. Una volta destinata alla macellazione, la partita di pesce deve subire un congruo periodo di digiuno, generalmente di 3-5 giorni. E' un sistema estremamente utile per diminuire il rischio di inquinamento fecale delle carni durante la lavorazione. Durante tale digiuno, si ha un calo ponderale che può essere quantificato intorno al 2-5% circa; qualora il digiuno si protragga per un ulteriore periodo, il calo di peso aumenta notevolmente, portando a perdite economiche rilevanti. Ecco perché dell'esigenza di una buona programmazione di tutte le azioni effettuate in allevamento.

CONCLUSIONI

Tutte le varie argomentazioni trattate nei capitoli precedenti portano in modo inequivocabile al riconoscimento dell'estrema importanza di una oculata gestione ed organizzazione dell'allevamento, sia per ottenere un prodotto di alta qualità, sia per ridurre al minimo l'impatto sull'ambiente, che per avere una produzione maggiormente remunerativa.

L'igiene zootecnica, nel suo complesso, risulta pertanto un'argomentazione che dovrà sempre più essere presa in considerazione e avere un maggior risalto nella scala dei valori per una produzione sostenibile.

L'igiene dell'allevamento quindi, è una strada che deve essere sempre perseguita dall'imprenditore, da effettuarsi sotto forma di un serio e responsabile autocontrollo delle proprie attività e della produzione; quindi l'allevatore e gli operatori del settore devono prendere coscienza di tutte quelle pratiche di profilassi, che operano nel senso di una produzione migliore, a costi più competitivi, per far fronte alle richieste sempre più pressanti del mercato e dei consumatori.