

FRANCESCO PARRINO, ANNACHIARA BERARDINELLI, VITTORIO ZORZI

Ozonizzazione fotocatalitica: una tecnologia sostenibile per l'acquacoltura del futuro

Introduzione

La domanda di prodotti ittici cresce su scala globale di anno in anno. Dal 1990 al 2018 il consumo di pesce pro capite è aumentato del 122% ad un tasso medio di crescita del 3.1 % all'anno. Basti pensare che si è passati dai 9 Kg nel 1961 ai 20 kg di pesce consumati mediamente a persona nel 2018. Da queste stime appare evidente che la pesca tradizionale non solo non è in grado di soddisfare questo crescente bisogno, ma pone gravi problemi di sostenibilità ambientale. L'acquacoltura risulta quindi l'alternativa necessaria, e in questo contesto è facilmente comprensibile il fatto che la comunità europea stia investendo ingenti risorse economiche per l'ammodernamento del settore. È dunque fondamentale che le attività produttive italiane colgano questa irripetibile opportunità di crescita ed escano fuori dalla logica del proprio "orticello" per prepararsi alla competizione con altre realtà europee sia in termini di efficientamento economico che di sostenibilità ambientale. È un dato di fatto che l'acquacoltura in mare aperto o in sistemi fluviali *flow-through* pone problemi rilevanti di sostenibilità ambientale e di consumo idrico. Il possibile utilizzo di antibiotici ma anche semplicemente la notevole produzione di sostanze organiche in sistemi di acquacoltura intensivi, influenza significativamente l'equilibrio degli ecosistemi idrici e pone problemi seri di utilizzo dell'acqua in un

mondo in continua crescita demografica. La domanda quindi sorge spontanea: per quanto ancora sarà possibile (o consentito per legge) l'attuale metodo di allevamento di prodotti ittici? Sulla base di queste considerazioni e considerando la filosofia del mercato appare chiaro che le aziende che per prime affronteranno la sfida della sostenibilità avranno vinto la scommessa del futuro. I sistemi di acquacoltura a ricircolo (RAS) a terra costituiscono per il momento una soluzione al problema, sia in termini di risparmio idrico che di riduzione di emissioni inquinanti. Tuttavia tali sistemi richiedono l'utilizzo di tecnologie di depurazione altamente efficienti per assicurare un ridotto impatto ambientale ma soprattutto un sano ambiente di allevamento per le specie coinvolte, e di conseguenza un prodotto sano e di elevata qualità per il consumatore finale. Questo è particolarmente necessario in sistemi di allevamento intensivo in cui si tende a massimizzare la quantità di animali allevati per unità di volume per motivi di sostenibilità economica del processo. I tradizionali processi di filtrazione, di "protein skimming" e di depurazione biologica consentono di ottenere un ragionevole grado di purificazione con costi operativi contenuti, ma essi sono inadeguati in sistemi RAS intensivi poiché non riescono ad eliminare con le cinetiche richieste solidi colloidali dispersi, micro-organismi patogeni, composti bio-recalcitranti, intermedi di ossidazione e composti "off-flavour" che,

persino in piccolissime concentrazioni, possono essere nocivi per il pesce e il consumatore e/o influenzare negativamente le qualità del prodotto finale.

I vantaggi dell'accoppiamento ozono-fotocatalisi

I sistemi di ossidazione avanzata quali la fotocatalisi e l'ozonizzazione sono tecnologie innovative che consentono di generare specie altamente ossidanti noti come ROS (*reactive oxygen species*) in condizioni operative particolarmente blande. Queste specie, a loro volta, distruggono inquinanti e organismi patogeni consentendo sia la depurazione che la sterilizzazione dell'acqua.

L'uso dell'ozono è stato proposto in acquacoltura per la manutenzione di acquari e persino in impianti di potabilizzazione, data la sua capacità ossidante. Inoltre l'ozono facilita la flocculazione dei solidi sospesi, migliorando l'efficienza dei sistemi di filtraggio. Tuttavia l'utilizzo del solo ozono come agente ossidante suscita molte riserve tra gli acquacoltori a causa delle difficoltà di controllo del suo dosaggio e della possibilità di produrre specie tossiche e cancerogene quali i bromati, per reazione con ioni bromuro presenti in acqua. Per dare un'idea della pericolosità dei bromati basta ricordare che l'Agenzia di Protezione Ambientale degli Stati Uniti (USEPA) e la Commissione Europea per l'acqua potabile hanno fissato in 10 microgrammi per litro il livello massimo di bromato in acqua potabile. L'attenzione per i bromati è tale che alcuni produttori di sali marini per acquari specificano che il loro sale contiene bromuro e quindi non è adatto a sistemi di purificazione che utilizzano ozono.

La fotocatalisi invece si basa sulla capacità della luce di attivare semiconduttori non pericolosi e di generare ROS per reazione delle cariche fotogenerate con l'ossigeno e l'acqua. Questa tecnologia è "green" perché opera in acqua senza l'uso di solventi organici e in condizioni ambiente di temperatura e pressione, non necessita di forti ossidanti tossici e di difficile gestione rispetto alla sicurezza e consente la completa distruzione degli in-

quinanti organici formando molecole innocue quali anidride carbonica e acqua. Inoltre la fotocatalisi ha il grande vantaggio, per gli scopi della presente comunicazione, di abbattere lo ione bromato eventualmente presente in acqua.

Recentemente, in un lavoro pubblicato sulla rivista scientifica internazionale "Applied Catalysis B: Environmental" è stato dimostrato che l'utilizzo simultaneo di fotocatalisi e ozonizzazione presenta numerosi vantaggi che lo rendono particolarmente appropriato per applicazioni in acquacoltura. Il vantaggio principale consiste nel fatto che accoppiando le due tecnologie si ottiene un'efficienza fino al 60% superiore rispetto alla somma delle efficienze dei due processi agenti in serie. Questo si traduce in un notevole abbattimento dei costi. Inoltre l'azione della fotocatalisi consente di evitare la produzione di bromato poiché, nel caso si formasse, esso verrebbe facilmente ridotto ad innocuo bromuro. Il processo contribuisce all'ossigenazione dell'acqua, limita il carico organico, facilita il processo di nitrificazione, e infine consente una maggiore aggregazione dei solidi disciolti aumentando l'efficienza dei filtri meccanici. Tutti questi fattori rendono il processo particolarmente vantaggioso in termini economici e di efficienza energetica e garantiscono elevati standard di qualità dell'acqua richiesti per sistemi a ricircolo.

Il progetto europeo "Just add water" e le ricadute sul territorio trentino

Ci onoriamo di ricordare che l'Università di Trento, assieme all'Università di Bologna, Hub innovazione Trentino (HIT) e l'azienda scozzese Fishfrom Ltd è vincitrice di un progetto europeo da 2.5 milioni di euro per l'implementazione della nostra tecnologia di ozonizzazione fotocatalitica nel processo di allevamento di salmoni scozzesi. Il progetto si occupa inoltre di studiare in tempo reale il benessere dei pesci e di valutare i principali indici qualitativi del prodotto. Anche l'aspetto sociale non sarà trascurato poiché si valuteranno anche le preferenze del consumatore finale e la sua coscienza dell'impatto di tecnologie "verdi" sulla qualità e sostenibilità del prodotto.

Ci è stato spesso chiesto come mai si sia deciso di proporre la sperimentazione sul salmone scozzese e non su un salmone autoctono come trota o salmerino. Siamo sicuri che la realtà Trentina seguirà con attenzione gli sviluppi di questa ricerca che stiamo applicando sulla produzione del salmone che è attualmente il settore commerciale più rilevante su scala mondiale e che i risultati della ricerca saranno estremamente importanti anche per le realtà del nostro territorio. Inoltre tutta la sensoristica messa a punto durante il progetto

avrà sicuramente ricadute positive per l'acquacoltura trentina e farà da volano per un suo lancio su scala internazionale.

FRANCESCO PARRINO

ANNACHIARA BERARDINELLI

VITTORIO ZORZI

Università degli Studi di Trento

Dipartimento di Ingegneria Industriale (FP, AB, VZ)

Dipartimento C3A-Centro Agricoltura, Alimenti, Ambiente (AB)

PAROLE CHIAVE: *acquacoltura, fotocatalisi, ozonizzazione*

RIASSUNTO

La crescente domanda di prodotti ittici e la reale impossibilità della pesca di farvi fronte rendono l'acquacoltura l'unica soluzione possibile. L'Europa sta stanziando ingenti fondi per promuovere acquacoltura in sistemi a ricircolo a terra che facciano uso di sistemi di depurazione innovativi e sostenibili. A questo riguardo, l'ozonizzazione fotocatalitica, una tecnologia messa a punto per questo scopo presso l'Università di Trento, sarà implementata in un sistema di produzione scozzese di salmone, per dimostrare la sua efficacia in un contesto industriale. L'articolo evidenzia come la tecnologia potrà indurre uno svecchiamento del sistema produttivo, tenendo conto delle esigenze di sostenibilità ambientale, riducendo il consumo di acqua e garantendo il benessere del pesce. Questo obiettivo può essere raggiunto su grande scala solo se i produttori vedranno nelle nuove tecnologie una possibilità economicamente sostenibile.

KEY WORDS: *aquaculture, photocatalysis, ozonation*

ABSTRACT

The growing demand for fish products and the overexploitation of water resources make aquaculture the only solution to face these problems. Europe is currently investing to promote "in land" RASs (recirculating aquaculture systems) using innovative purification technologies. In this regard, University of Trento will implement an innovative photocatalytic ozonation system in a salmon farm located in Scotland, to demonstrate the viability of this technology in industrially relevant environment. This article highlights that this technology is promising in terms of environmental sustainability, reduced water consumption and fish welfare. These goals could be reached at large scale only if fish farmers will trust in the possibility of resulting economic advantages and therefore will be able to invest in new technologies.