

MARCO GALEOTTI*, CHIARA BULFON*, DONATELLA VOLPATTI*,
EMILIO TIBALDI*, JOSÉ MALVISI**

Fitoterapici: prospettive di utilizzo in acquacoltura

I. INTRODUZIONE

L'acquacoltura mondiale ha vissuto nel corso degli anni un crescente sviluppo in termini produttivi, ma anche sotto l'aspetto qualitativo e di sicurezza del prodotto. In Europa le disposizioni legislative che regolano l'uso di farmaci o disinfettanti in acquacoltura (Normativa italiana: D.L. n. 119 del 1992, n. 47 del 1997, n. 336 del 1999, n. 71 del 2003; Normativa comunitaria: Regolamenti CE n. 1804/1999, n. 37/2000, n. 82/2001, n. 178/2002, n. 74/2003, n. 28/2004, n. 726/2004, n. 834/2007) sono molto severe, e il numero di medicinali registrati per la profilassi o la terapia, consentiti nei Paesi UE, è piuttosto esiguo. Questo perché sono state definite nuove linee guida allo scopo di limitare l'eccessivo impiego di antibiotici, che favoriscono la selezione di ceppi batterici antibiotico-resistenti, e altri farmaci potenzialmente pericolosi per l'ambiente e per il consumatore. Inoltre il regolamento comunitario rende difficoltosi ed economicamente non convenienti per le aziende farmaceutiche lo sviluppo e la registrazione di medicinali per un mercato di piccole dimensioni quale quello dell'acquacoltura. Questo a differenza di altre aree geografiche, quali ad esempio il sud-est asiatico, nelle quali l'acquacoltura ha conosciuto un enorme sviluppo e dispone, anche in virtù di regolamentazioni meno rigorose, di un maggior numero di farmaci, alcuni dei quali proibiti nella UE. Questi, tuttavia, possono essere presenti come residui nei prodotti di origine ittica e ciò limita la loro importazione nei Paesi UE (Rodgers, 2009).

* *Dipartimento di Scienze Animali, Facoltà di Medicina Veterinaria, Università di Udine*

** *Dipartimento di Patologia, Diagnostica e Clinica Veterinaria, Facoltà di Medicina Veterinaria, Università di Perugia*

Parallelamente sono stati sviluppati nuovi vaccini per ridurre la diffusione delle malattie virali e batteriche, ma la produzione di formulazioni efficaci è spesso associata a problematiche dovute all'eterogeneità antigenica dei ceppi microbici utilizzati e al costo del prodotto (Le Breton, 2009; Toranzo et al., 2009).

Alla luce delle problematiche e dei limiti descritti, negli ultimi anni è cresciuto l'interesse verso lo sviluppo di strategie alternative per il controllo delle malattie, capaci di potenziare la risposta immunitaria e la resistenza ai patogeni delle specie ittiche allevate. Gli immunostimolanti (probiotici, carboidrati complessi, derivati di sintesi, prodotti ottenuti da piante o alghe, sostanze di origine animale, fattori nutrizionali, ormoni e citochine) sono in grado di promuovere la crescita dei pesci e di stimolare diversi meccanismi di difesa aspecifica, come la funzionalità dei fagociti, l'attività del lisozima e del complemento, e specifica, come la produzione di immunoglobuline (Anderson, 1992; Galeotti, 1998; Sakai, 1999). Tuttavia l'impiego di ormoni, vitamine e altri prodotti chimici spesso non viene raccomandato perché possono avere effetti collaterali e costituiscono residui potenzialmente pericolosi per il consumatore. Le piante, invece, rappresentano un'alternativa ottimale ai farmaci tradizionali, in quanto sono ricche di principi attivi e allo stesso tempo sono facilmente reperibili in commercio, poco costose e biocompatibili.

Il loro utilizzo permetterebbe di ridurre il ricorso a interventi chemioterapici, evitando i problemi di impatto ambientale e i rischi per la salute pubblica (Mohamad e Abasali, 2010).

Il presente documento intende fornire un quadro generale delle recenti ricerche concernenti l'utilizzo di fitoterapici in acquacoltura e riassumere le attuali conoscenze riguardo all'effetto della loro somministrazione nelle specie ittiche.

2. STATO DELL'ARTE DELLE SPERIMENTAZIONI CON FITOTERAPICI IN ACQUACOLTURA

2.1 *Ricerche effettuate*

Negli ultimi quindici anni si è assistito a un crescente interesse dei ricercatori di tutto il mondo verso l'impiego dei fitoterapici in acquacoltura (Jeney et al., 2009). Infatti, in letteratura sono disponibili 83 pubblicazioni scientifiche, nelle quali vengono descritti gli effetti della somministrazione di erbe medicinali nei pesci: 3 lavori sono stati pubblicati dal 1995 al 2000, 19 nel periodo

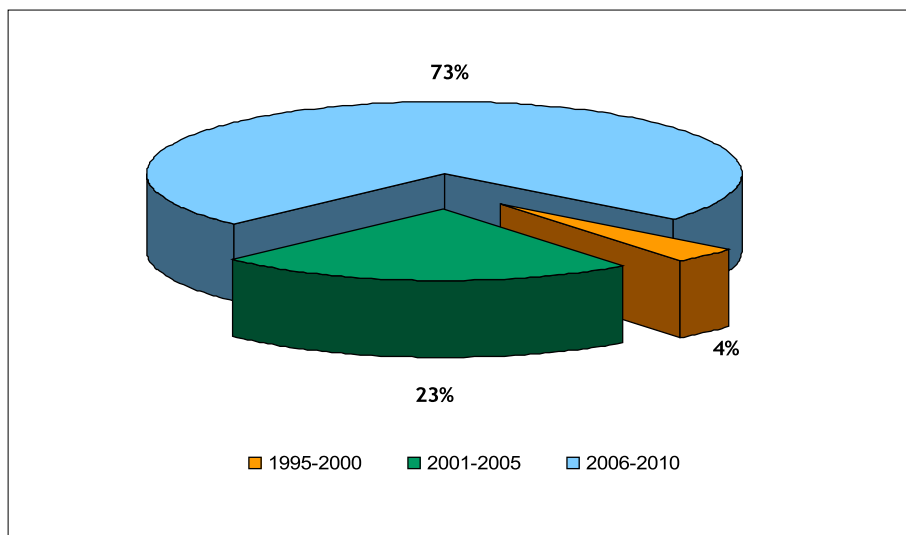


Fig. 1 Distribuzione della letteratura consultata negli anni 1995-2010

compreso tra gli anni 2001 e 2005 mentre la maggior parte (61) tra gli anni 2006 e 2010 (fig. 1).

Gli studi dei ricercatori comprendono saggi *in vitro* (fig. 2) in cui è stata valutata l'attività antibatterica di alghe e piante nei confronti di batteri patogeni per i pesci, tra cui alcuni di forte interesse per l'acquacoltura nazionale, come *V. anguillarum*, *L. garvieae*, *P. damselae*, *Y. ruckeri* (Abutbul et al., 2004; Abutbul et al., 2005; Muniruzzaman e Chowdhury, 2004; Sivaram et al., 2004; Choudhury et al., 2005; Harikrishnan e Balasundaram, 2005; Bansemir et al., 2006; Bhuvaneswari e Balasundaram, 2006; Palavesam et al., 2006; Rattanachaikunsopon e Phumkhachorn, 2007; Tal et al., 2007; Castro et al., 2008; Dubber e Harder, 2008; Harikrishnan e Balasundaram, 2008; Pachanawan et al., 2008; Punitha et al., 2008; Rajendiran, 2008; Wei et al., 2008; Immanuel et al., 2009; Kolanjinathan et al., 2009; Rattanachaikunsopon e Phumkhachorn, 2009a; Rattanachaikunsopon e Phumkhachorn, 2009b; Turker et al., 2009a; Turker et al., 2009b; Mohamad e Abasali, 2010; Rattanachaikunsopon e Phumkhachorn, 2010a; Rattanachaikunsopon e Phumkhachorn, 2010b).

Nella maggior parte dei casi però la sperimentazione ha previsto prove *in vivo* (fig. 2) in cui è stato indagato e dimostrato l'effetto di fitoterapici sulle performances di crescita, sulla risposta immunitaria e su parametri ematologici di varie specie ittiche, nonché la loro capacità di aumentare la resistenza dei pesci alle malattie (mediante infezione sperimentale con batteri, virus e

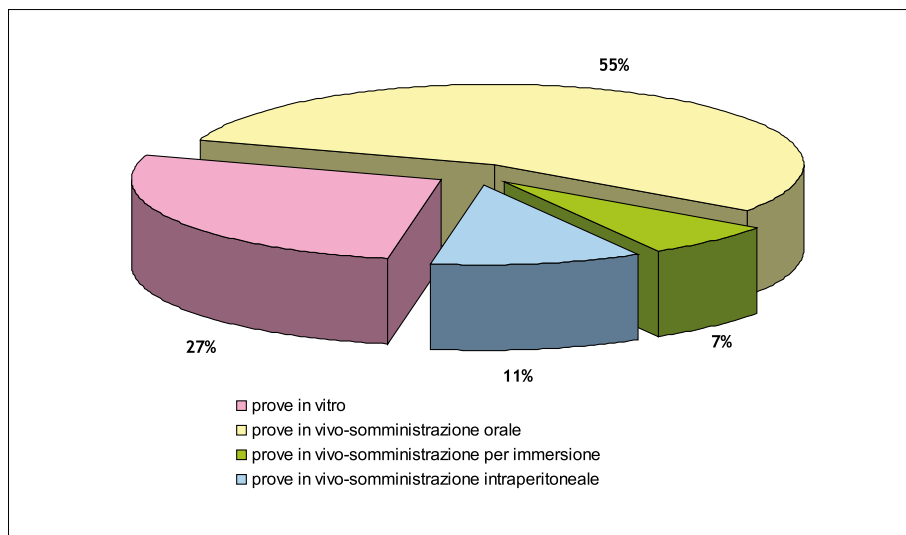


Fig. 2 Percentuale di prove in vitro e in vivo condotte nelle specie ittiche

parassiti). In queste indagini gli oli essenziali o gli estratti vegetali sono stati prevalentemente integrati nella dieta (a diverse dosi) e somministrati per un periodo variabile da 1 a 12 settimane (Ducan e Klesius, 1996; Kim et al., 1999; Dügenci et al., 2003; Jian e Wu, 2003; Rodriguez et al., 2004; Sivaram et al., 2004; Vasudeva Rao et al., 2004; Vasudeva Rao e Chakrabarti, 2004; Karagouni et al., 2005; Shalaby et al., 2005; Vasudeva Rao e Chakrabarti, 2005a; Vasudeva Rao e Chakrabarti, 2005b; Vasudeva Rao et al., 2006; Yin et al., 2006; Christyapita et al., 2007; Ji et al., 2007; Ndong e Fall, 2007; Sahu et al., 2007a; Sahu et al., 2007b; Tal et al., 2007; Wu et al., 2007; Ardó et al., 2008; Choi et al., 2008; Goda, 2008; Punitha et al., 2008; Sahu et al., 2008; Xie et al., 2008; Alishahi et al., 2009; Bitchava et al., 2009; Harikrishnan et al., 2009a; Harikrishnan et al., 2009c; Immanuel et al., 2009; Nya e Austin, 2009a; Nya e Austin, 2009b; Rattanachaikunsopon e Phumkhachorn, 2009b; Yiagnis et al., 2009; Yin et al., 2009; Zhang et al., 2009; Zheng et al., 2009; Award e Austin, 2010; Bilen e Bulut, 2010; Harikrishnan et al., 2010a; Kirubakaran et al., 2010; Mohamad e Abasali, 2010; Rattanachaikunsopon e Phumkhachorn, 2010a; Rattanachaikunsopon e Phumkhachorn, 2010c; Sharma et al., 2010; Soltani et al., 2010). In altri casi la somministrazione è avvenuta tramite intubazione orale (Watanuki et al., 2006), iniezione intramuscolare (Harikrishnan et al., 2009c) o intraperitoneale (Logambal et al., 2000; Sudhakaran et al., 2006; Divyagnaneswari et

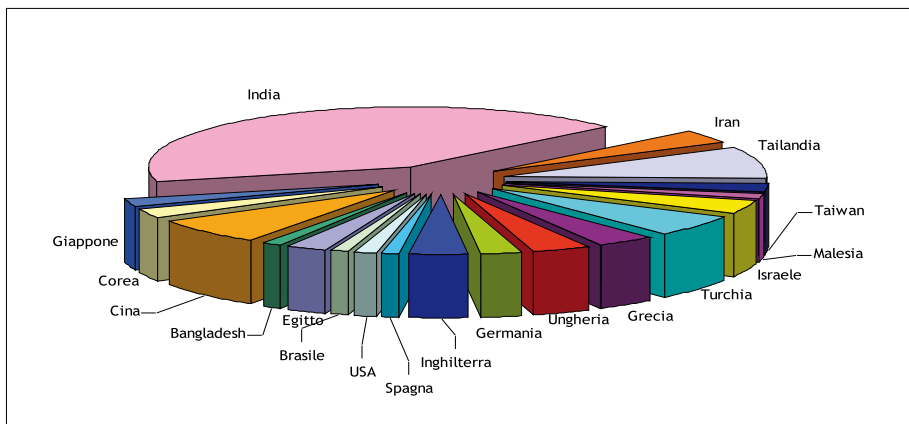


Fig. 3 Paesi in cui sono stati effettuate le prove sperimentali

al., 2007; Divyagnaneswari et al., 2008; Uluköy et al., 2007; Harikrishnan et al., 2009b; Harikrishnan et al., 2009c; Alexander et al., 2010; Harikrishnan et al., 2010b; Harikrishnan et al., 2010c; Wu et al., 2010), immersione (Harikrishnan et al., 2003; Harikrishnan et al., 2005; Harikrishnan e Balasundaram, 2008; Harikrishnan et al., 2009b; Harikrishnan et al., 2009c; Rattanachaikunsopon e Phumkhachorn, 2010b).

La maggior parte delle prove sperimentali è stata condotta in India (34) o altri Paesi orientali (7 in Tailandia, 6 in Cina, 3 in Israele e Iran, 2 in Corea, Giappone e Taiwan, 1 in Bangladesh e Malesia) mentre poche sperimentazioni sono state effettuate in Europa (5 in Turchia, 3 in Grecia, Inghilterra e Ungheria, 2 in Germania e 1 in Spagna), in Egitto (2), in USA e Brasile (1) (fig. 2).

Ciò dipende dal fatto che nei Paesi asiatici le piante vengono talvolta impiegate in acquacoltura nel controllo delle malattie (Direkbusarakom, 2004), analogamente a quanto accade nella medicina popolare tradizionale, che utilizza preparazioni a base di erbe per la cura di vari disturbi dell'uomo e degli animali (Capasso et al., 2006).

In Europa la fitoterapia viene utilizzata prevalentemente in medicina umana mentre nell'ambito della medicina veterinaria solamente negli ultimi anni si è assistito a un crescente ricorso a tale pratica (Scozzoli, 2004). Nel settore ittico l'uso di fitoterapici è molto limitato e solo recentemente è stato definito un quadro normativo generale per il settore dell'acquacoltura biologica (regolamenti CE n° 834/2007, n° 889/2008 e n° 710/2009), che prevede l'utilizzo di piante o sostanze di origine vegetale in acquacoltura.

2.2 Specie vegetali utilizzate

Tra le essenze studiate ci sono soprattutto quelle ottenute da piante utilizzate nella medicina popolare cinese o indiana per le loro proprietà antibatteriche, antiparassitarie e immunostimolanti, come *Achyranthes aspera*, *Astragalus membranaceus*, *Azadirachta indica*, *Angelica sinensis*, *Cynodon dactylon*, *Whitania somnifera*. In altri casi sono state studiate piante aromatiche che comunemente vengono utilizzate in cucina o per scopo terapeutico: aglio (*Allium sativum*), curcuma (*Curcuma longa*), basilico (*Ocimum sanctum*), origano (*Origanum vulgare*), rosmarino (*Rosmarinus officinalis*), zenzero (*Zingiber officinale*).

Nella maggior parte delle prove sono stati utilizzati estratti ottenuti mediante processi di estrazione con solventi acquosi o alcolici (es. esano, etanolo, metanolo), in alcuni casi la dieta è stata integrata aggiungendo al mangime parti della pianta (semi, bulbi, foglie). Sono state saggiate erbe singole o miscele costituite da più specie vegetali (tab. 1).

2.3 Specie ittiche oggetto di ricerca

Per quanto riguarda le specie ittiche oggetto di sperimentazione, si tratta prevalentemente di quelle allevate nei Paesi asiatici, dove si concentra la maggior parte delle ricerche. Il 32% dei lavori, infatti, sono stati condotti in tilapia (*Oreochromis mossambicus* e *Oreochromis niloticus*), il 30% in carpa (*Cyprinus carpio*, *Labeo rohita*, *Catla catla*), alcuni in altre specie orientali (*Anguilla japonica*, *Epinephelus tauvina*, *Myxocyprinus asiaticus*, *Pseudosciaena crocea*, *Sebastes schlegelii*). Tra le specie di interesse per l'acquacoltura italiana e mediterranea, è stato studiato l'effetto di varie piante in trota iridea (*Onchorhynchus mykiss*).

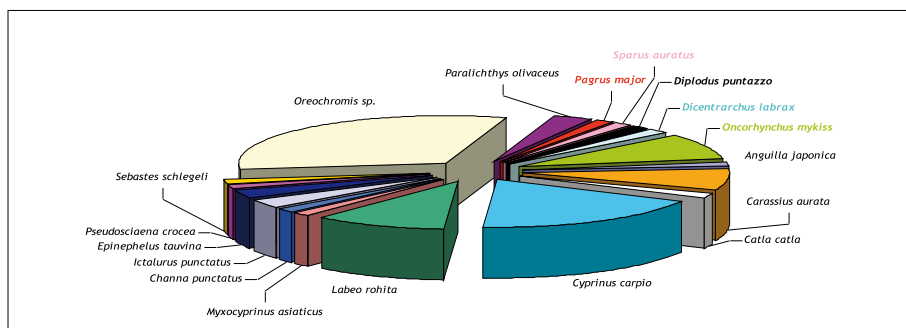


Fig. 4 Specie ittiche oggetto delle prove sperimentali

chus mykiss), mentre poche sono le sperimentazioni condotte in pesce gatto (*Ictalurus punctatus*), branzino (*Dicentrarchus labrax*), orata (*Sparus aurata*), sarago pizzuto (*Diplodus puntazzo*) e pagro (*Pagrus major*) (fig. 4).

2.4 Effetto di specie vegetali su accrescimento, risposta immunitaria e profilo ematologico delle specie ittiche

I dati presenti in letteratura dimostrano che alcune specie vegetali sono in grado di promuovere la *crescita dei pesci* quando vengono integrate nella dieta, analogamente ad altri additivi alimentari che comunemente vengono impiegati in acquacoltura, come probiotici, lievito, aminoacidi, antiossidanti, betaine, carnitine, coloranti, enzimi, derivati lipidici, nutraceutici, vitamine, ormoni, composti aromatici, acidi/sali organici (Goda et al., 2008). I risultati delle ricerche, infatti, indicano che diverse erbe o piante medicinali sono capaci di migliorare le performances di numerose specie ittiche (final body weight FBW, specific growth rate SGR, feed conversion ratio FCR, protein efficiency ratio PER, protein productive value PPV, fat retention FR, energy retention ER) (Sivaram et al., 2004; Shalaby et al., 2006; Vasudeva Rao et al., 2006; Ji et al., 2007; Goda, 2008; Punitha et al., 2008; Sahu et al., 2008; Xie et al., 2008; Immanuel et al., 2009; Nya e Austin, 2009a; Nya e Austin, 2009b; Zheng et al., 2009).

La somministrazione di fitoterapici nei pesci può avere un effetto positivo sulla risposta immunitaria e indurre una modulazione del profilo ematologico migliorando lo stato di salute, sebbene l'azione di una specifica pianta vari in base alla specie ittica considerata. La tabella 1 riassume tutti gli effetti osservati dopo la somministrazione di specie vegetali nelle specie ittiche. Essa riporta la specie vegetale utilizzata, le specie ittiche sulle quali sono state condotte le analisi, le condizioni dei pesci al momento della valutazione (soggetti sani, sottoposti a infezione sperimentale o vaccinazione), la modalità di somministrazione (dieta, intubazione orale, immersione, iniezione intraperitoneale, iniezione intramuscolare), la dose somministrata e l'effetto del trattamento sui parametri immunitari ed ematologici/ematochimici.

La maggior parte delle specie vegetali studiate stimola la *risposta innata o non-specifica* dei pesci, analogamente ad altre sostanze immunostimolanti, potenziando meccanismi di difesa umorali o cellulari (Galindo-Villegas e Hosokawa, 2004) interagendo direttamente con specifici recettori e attivando l'espressione dei geni che codificano per le molecole antimicrobiche o che mediano le risposte microbicide delle cellule immunitarie (Bricknell e Dalmo, 2005; Magnadottir, 2010). I dati presenti in letteratura, infatti, dimo-

strano che diverse specie vegetali sono capaci di modulare positivamente l'attività del complemento, del lisozima e delle antiproteasi ($\alpha 2$ -macroglobulina e $\alpha 1$ -antiproteasi), che intervengono nella difesa primaria contro i patogeni. Inoltre la somministrazione di piante nei pesci stimola neutrofili, eosinofili e macrofagi, aumentando la loro attività fagocitaria e microbica (produzione di specie reattive dell'ossigeno e dell'azoto, di mieloperossidasi). È stato anche osservato un effetto modulante le cellule dotate di attività citotossica non-specifica (NCC) e l'espressione delle citochine IL-1 β , IL-10, TNF- α .

Le piante possono influenzare anche la *risposta immunitaria adattativa o specifica* delle specie ittiche, ma in misura minore. Gli studi indicano che la somministrazione di estratti vegetali promuove la sintesi di immunoglobuline specifiche in pesci vaccinati o infettati sperimentalmente con un patogeno. Non ci sono, invece, informazioni riguardo al loro effetto sull'attività dei linfociti T.

Per quanto riguarda l'effetto delle piante sui *parametri ematologici*, è stato osservato che diverse essenze modulano il numero assoluto delle cellule del sangue, influenzando parametri quali RBC, WBC, Hct, Lct, MCV e il leucogramma (numero relativo di neutrofili, monociti, linfociti, trombociti), regolano il livello plasmatico di emoglobina Hb, gli indici MCH e MCHC e il profilo ematochimico, inducendo cambiamenti nella concentrazione di proteine plasmatiche, albumina, globuline, glucosio, trigliceridi, colesterolo e degli enzimi ALT, ASP e ALP (legenda in tab. 1).

2.5 Effetto della somministrazione di estratti di piante ed alghe sulla resistenza alle malattie

I risultati delle sperimentazioni *in vivo* indicano che diverse piante promuovono la resistenza delle specie ittiche alle malattie, determinando una riduzione della mortalità in caso di infezione. La tabella 2 riassume le specie vegetali che hanno determinato riduzione di mortalità nei confronti dei principali patogeni (batteri, virus o parassiti), mediante prove di infezione sperimentale.

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa che regola l'uso di fitoterapici in acquacoltura è limitata solamente ad alcune brevi indicazioni contenute nei regolamenti CE n° 834/2007,

n° 889/2008 e n° 710/2009, che disciplinano il settore dell'acquacoltura biologica. Quest'ultimo, in particolare, è entrato in vigore anche in Italia il 1° luglio 2010 e include tra i trattamenti veterinari ammissibili nei pesci anche «prodotti fitosanitari, cioè sostanze di origine vegetale in diluizione omeopatica, piante ed estratti vegetali non aventi effetti anestetici, che possono essere preferiti agli antibiotici o ai medicinali veterinari allopatici ottenuti per sintesi chimica, purché abbiano efficacia terapeutica per la specie ittica e tenuto conto delle circostanze che richiedono la cura. Inoltre le essenze naturali estratte dai vegetali vengono incluse tra i prodotti destinabili alla pulizia e alla disinfezione degli edifici e degli impianti adibiti alle produzioni di tipo biologico».

4. PROSPETTIVE FUTURE

Le informazioni raccolte nel presente documento dimostrano come l'uso di fitoterapici in acquacoltura rappresenti una possibile alternativa ai farmaci tradizionali, in quanto le piante sembrano capaci di stimolare la risposta immunitaria e di potenziare la resistenza alle malattie di numerose specie ittiche. Tuttavia, a differenza dei Paesi orientali in cui la fitoterapia è diffusa anche nel settore ittico, così come in medicina umana e veterinaria, in Europa e in particolare in Italia essa non risulta oggi praticata. Questo anche perché sono limitate le sperimentazioni su specie ittiche di interesse, come branzino, orata e trota, e inoltre non esiste una precisa normativa che disciplina l'utilizzo dei fitoterapici in acquacoltura. È auspicabile in futuro un maggior coinvolgimento dei ricercatori verso l'utilizzo di tale approccio preventivo/terapeutico nelle specie ittiche di principale interesse per l'acquacoltura europea. Inoltre sarebbe necessaria la definizione di specifiche direttive per l'utilizzo di fitoterapici anche nel settore ittico, in relazione al sempre maggiore sviluppo di forme di acquacoltura sostenibile e di tipo biologico.

SPECIE VEGETALE	SPECIE ITTICA	CONDIZIONE DEI PESCI AL MOMENTO DELLE VALUTAZIONI	DOSE, MODALITÀ E DURATA DELLA SOMMINISTRAZIONE	EFFETTO SU PARAMETRI EMATOLOGICI E IMMUNITARI	BIBLIOGRAFIA
<i>Achyranthes aspera</i>	carpa indiana (<i>Catla catla</i>)	pesci sani	dieta contenente 0,5% di semi, somministrata all'1% del peso vivo/giorno per 4 settimane	proteine totali (\leftrightarrow), albumina (\leftrightarrow), globuline (\uparrow), attività α 1-antiproteasi e antiproteasi totali (\uparrow), RNA/DNA (\uparrow)	Vasudeva Rao e Chakrabarti, 2005a.
	carpa comune (<i>Cyprinus carpio</i>)	pesci sani	dieta con 0,5% di semi, somministrata per 4 settimane	proteine totali (\leftrightarrow), albumina (\leftrightarrow), globuline (\uparrow), attività lisozima (\uparrow), attività α 1-antiproteasi (\leftrightarrow) e α 2-macroglobulina (\uparrow), RNA/DNA (\uparrow)	Vasudeva Rao e Chakrabarti, 2005b.
	carpa indiana (<i>Labeo rohita</i>)	pesci sani	dieta contenente 0,5% di estratto, somministrata all'1% del peso vivo/giorno per 4 settimane	proteine totali (\leftrightarrow), globuline (\uparrow), RNA/DNA (\uparrow)	Vasudeva Rao et al., 2004.
		pesci sani	dieta contenente 0,5% di estratto, somministrata all'1% del peso vivo/giorno per 4 settimane	attività α 1-antiproteasi e antiproteasi totali (\uparrow)	Vasudeva Rao e Chakrabarti, 2004.
		pesci sani	dieta contenente 0,01%, 0,1%, 0,5% di semi, somministrata al 3% del peso vivo/giorno per 4 settimane	proteine totali (\leftrightarrow), albumina (\uparrow), globuline (\leftrightarrow), AST (\downarrow), ALT (\downarrow), ALP (\uparrow), burst ossidativo (\uparrow), attività lisozima (\uparrow), attività battericida (\uparrow)	Vasudeva Rao et al., 2006.
<i>Aegle marmelos</i>	tilapia (<i>Oreochromis mossambicus</i>)	pesci sani	dieta contenente 1% di estratto, somministrata al 5% del peso vivo/giorno per 45 giorni	proteine totali (\uparrow), albumina (\uparrow), globuline (\leftrightarrow), glucosio (\downarrow), colesterolo totale (\downarrow), trigliceridi (\downarrow), calcio (\leftrightarrow), Hct (\uparrow), Lct (\leftrightarrow), attività di fagocitosi (\leftrightarrow), attività lisozima (\leftrightarrow)	Immanuel et al., 2009.
<i>Allium sativum</i>	carpa indiana (<i>Labeo rohita</i>)	pesci sani	dieta contenente 0,1%, 0,5%, 1% di bulbi, somministrata per 8 settimane	proteine totali (\uparrow), albumina (\uparrow), globuline (\uparrow), glucosio (\downarrow), RBC (\uparrow), WBC (\uparrow), Hb (\uparrow), burst ossidativo (\uparrow), attività lisozima (\uparrow), attività battericida (\uparrow)	Sahu et al., 2007a.
	tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	pesci sani	dieta contenente 10, 20, 30, 40 g/Kg di pianta, somministrata al 6% del peso vivo/giorno per 12 settimane	proteine totali (\uparrow), lipidi totali (\downarrow), glucosio (\downarrow), RBC (\uparrow), Hct (\uparrow), Hb (\uparrow), MCV (\leftrightarrow), MCHC (\leftrightarrow), AST (\downarrow), ALT (\downarrow)	Shalaby et al., 2005
	tilapia ibrido (<i>Oreochromis niloticus</i> x <i>Oreochromis aureus</i>)	pesci sani	dieta contenente 0,5% e 1% di bulbi, somministrata per 4 settimane	WBC (\uparrow), attività di fagocitosi (\uparrow), attività lisozima (\uparrow), attività complemento (\uparrow)	Ndong e Fall, 2007.
	trota iridea (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	pesci sani	dieta contenente 0,05%, 0,1%, 0,5%, 1% di bulbi, somministrata 2 volte al giorno per 2 settimane	proteine totali (\uparrow), albumina (\leftrightarrow), globuline (\uparrow), RBC (\uparrow), WBC (\uparrow), Hct (\uparrow), Hb (\leftrightarrow), MCV (\downarrow), MCH (\downarrow), MCHC (\uparrow), linfociti (\uparrow), monociti (\downarrow), neutrofili (\downarrow), attività di fagocitosi (\uparrow), burst ossidativo (\uparrow), attività lisozima (\uparrow), attività antiproteasi (\leftrightarrow), attività battericida (\uparrow)	Nya e Austin, 2009a.

Tab. 1 Effetto della somministrazione di fitoterapici su parametri immunitari ed ematologici delle specie ittiche (segue)

SPECIE VEGETALE	SPECIE ITTICA	CONDIZIONE DEI PESCI AL MOMENTO DELLE VALUTAZIONI	DOSE, MODALITÀ E DURATA DELLA SOMMINISTRAZIONE	EFFETTO SU PARAMETRI EMATOLOGICI E IMMUNITARI	BIBLIOGRAFIA
<i>Aloe vera</i>	rockfish (<i>Sebastes schlegelii</i>)	pesci infertati sperimentalmente con <i>V. alginolyticus</i>	dieta contenente 0.1%, 0.5% di aloe, somministrata una volta al giorno per 6 settimane	burst ossidativo (↓), attività lisozima (↔)	Kim et al., 1999.
<i>Andrographis paniculata</i>	carpa comune (<i>Cyprinus carpio</i>)	pesci sani	dieta contenente 0.03% di estratto combinato con <i>Asragalus membranaceus</i> , <i>Flavescens sophora</i> , <i>Portulaca oleracea</i> , ecc., somministrata al 3% del peso vivo/giorno per 8 settimane	proteine totali (↑), albumina (↔), globuline (↑), glucosio (↑), colesterolo totale (↔), trigliceridi (↔), attività di fagocitosi (↑), burst ossidativo (↑), produzione NO (↔), attività lisozima (↑), attività SOD (↔)	Wu et al., 2007.
<i>Angelica sinensis</i>	corvina giapponese (<i>Pseudosciaena crocea</i>)	pesci sani	dieta contenente 0.5%, 1%, 1.5% di radice combinata con <i>Asragalus membranaceus</i> , somministrata per 4 settimane	attività di fagocitosi (↑), attività lisozima (↑), attività complemento (↑)	Jian e Wu, 2003.
<i>Artemisia capillaris</i>	orata giapponese (<i>Pagrus major</i>)	pesci sani	dieta pellettata contenente 0.5 % di foglie, somministrata 2 volte al giorno per 12 settimane	Hct (↔), Hb (↑), AST (↓), ALT (↓), HDL-CHO (↔), attività lisozima (↔), attività complemento (↔)	Jl et al., 2007.
<i>Asragalus membranaceus</i>	carpa comune (<i>Cyprinus carpio</i>)	pesci infertati sperimentalmente con <i>A. hydrophila</i> pesci sani	dieta pellettata contenente 0.5% di estratto, somministrata <i>ad libitum</i> per 5 settimane dieta contenente 0.03% di estratto combinato con <i>Andrographis paniculata</i> , <i>Flavescens sophora</i> , <i>Portulaca oleracea</i> , ecc., somministrata al 3% del peso vivo/giorno per 8 settimane	attività di fagocitosi (↑), burst ossidativo (↑), attività lisozima (↑), Ig anti <i>A. hydrophila</i> (↑) proteine totali (↑), albumina (↔), globuline (↑), glucosio (↑), colesterolo totale (↔), trigliceridi (↔), attività di fagocitosi (↑), burst ossidativo (↑), produzione NO (↔), attività lisozima (↑), attività SOD (↔)	Yin et al., 2009. Wu et al., 2007.
	corvina giapponese (<i>Pseudosciaena crocea</i>)	pesci sani	dieta contenente 0.5%, 1%, 1.5% di radice combinata con <i>Angelica sinensis</i> , somministrata per 4 settimane	attività di fagocitosi (↑), attività lisozima (↑), attività complemento (↑)	Jian e Wu, 2003.
	tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	pesci sani	dieta pellettata contenente 0.1%, 0.5%, 1 % di estratto, somministrata <i>ad libitum</i> 6 volte al giorno, per 4 settimane	attività di fagocitosi (↑), burst ossidativo (↔), attività lisozima (↑)	Yin et al., 2006.
		pesci sani	dieta contenente 0.1 % di estratto, somministrata per 4 settimane	proteine totali (↔), attività di fagocitosi (↑), burst ossidativo (↑), attività lisozima (↑), Ig totali (↔)	Ardó et al., 2008.

Tab. 1 Effetto della somministrazione di fitoterapici su parametri immunitari ed ematologici delle specie ittiche (segue)

SPECIE VEGETALE	SPECIE ITTICA	CONDIZIONE DEI PESCI AL MOMENTO DELLE VALUTAZIONI	DOSE, MODALITÀ E DURATA DELLA SOMMINISTRAZIONE	EFFETTO SU PARAMETRI EMATOLOGICI E IMMUNITARI	BIBLIOGRAFIA
<i>Azadirachta indica</i>	carassio rosso (<i>Carrasius aurata</i>)	pesci infertati sperimentamente con <i>A. hydrophila</i> pesci sani	trattamento per immersione con 1% di estratto combinato con <i>Curcuma longa</i> e <i>Ocimum sanctum</i> somministrazione ip di 5, 50, 100 mg/kg (0,05 ml/pesce) di estratto combinato con <i>Curcuma longa</i> e <i>Ocimum sanctum</i>	RBC (\leftrightarrow), WBC (\downarrow), Hct (\uparrow), Hb (\uparrow), MCV (\uparrow), MCH (\uparrow), MCHC (\uparrow) attività di fagocitosi (\uparrow), burst ossidativo (\uparrow), attività lisozima (\uparrow), attività complemento (\uparrow)	Harikrishnan e Bala-sundaram, 2008. Harikrishnan et al., 2009b.
		pesci sani	dieta contenente 0.25% di estratto	attività di fagocitosi (\uparrow), burst ossidativo (\uparrow), attività lisozima (\uparrow), attività complemento (\uparrow)	Harikrishnan et al., 2009a.
		pesci sani	dieta contenente 0.75% di estratto combinato con <i>Curcuma longa</i> e <i>Ocimum sanctum</i> , somministrata per 4 settimane	attività di fagocitosi (\uparrow), burst ossidativo (\uparrow), attività lisozima (\uparrow), attività complemento (\uparrow)	Harikrishnan et al., 2009a.
	carpa comune (<i>Cyprinus carpio</i>)	pesci infertati sperimentamente con <i>A. invadans</i>	trattamento per immersione con 1% di estratto	WBC (\uparrow), RBC (\leftrightarrow), Hb (\downarrow), Hct (\downarrow), linfociti (\downarrow), monociti (\leftrightarrow), neutrofili (\downarrow), eosinofili (\leftrightarrow)	Harikrishnan et al., 2005.
<i>Brussica nigra</i>	carpa comune (<i>Cyprinus carpio</i>)	pesci sani	dieta pellettata contenente 100, 250, 500, 750, 1000 mg di estratto combinato con <i>Chelidonium majus</i> , <i>Echinacea purpurea</i> , <i>Inula helenium</i> , <i>Tussilago farfara</i> , somministrata 3 volte al giorno al 3% del peso vivo/giorno, per 70 giorni	proteine totali (\uparrow), glucosio (\downarrow), RBC (\uparrow), WBC (\uparrow), Hb (\uparrow), albumina (\uparrow), globulina (\uparrow), burst ossidativo (\uparrow), attività lisozima (\uparrow), attività battericida (\uparrow)	Mohamad e Abasali, 2010.
<i>Chelidonium majus</i>	carpa comune (<i>Cyprinus carpio</i>)	pesci sani	dieta pellettata contenente 100, 250, 500, 750, 1000 mg di estratto combinato con <i>Brusica nigra</i> , <i>Echinacea purpurea</i> , <i>Inula helenium</i> , <i>Tussilago farfara</i> , somministrata 3 volte al giorno al 3% del peso vivo/giorno, per 70 giorni	proteine totali (\uparrow), albumina (\uparrow), globuline (\uparrow), glucosio (\downarrow), RBC (\uparrow), WBC (\uparrow), Hb (\uparrow), burst ossidativo (\uparrow), attività lisozima (\uparrow), attività battericida (\uparrow)	Mohamad e Abasali, 2010.
<i>Chrysanthemum cinerariifolium</i>	japanese flounder (<i>Paralichthys olivaceus</i>)	pesci sani	somministrazione ip con 5, 50, 100 mg/kg di estratto combinato con <i>Punica granatum</i> e <i>Zanthoxylum schinifolium</i>	attività di fagocitosi (\uparrow), burst ossidativo (\uparrow), attività lisozima (\uparrow), attività complemento (\uparrow)	Harikrishnan et al., 2010c.

Tab. 1 Effetto della somministrazione di fitoterapici su parametri immunitari ed ematologici delle specie ittiche (segue)

SPECIE VEGETALE	SPECIE ITTICA	CONDIZIONE DEI PESCI AL MOMENTO DELLE VALUTAZIONI	DOSE, MODALITÀ E DURATA DELLA SOMMINISTRAZIONE	EFFETTO SU PARAMETRI EMATOLOGICI E IMMUNITARI	BIBLIOGRAFIA
<i>Cnidium officinale</i>	orata giapponese (<i>Pagrus major</i>)	pesci sani	dieta pellettata contenente 0.5 % di radice, somministrata 2 volte al giorno per 12 settimane	Hct (↔), Hb (↑), AST (↓), ALT (↓), HDL-CHO (↑), attività lisozima (↑), attività complemento (↔)	Ji et al., 2007.
<i>Crataegi fructus</i>	orata giapponese (<i>Pagrus major</i>)	pesci sani	dieta pellettata contenente 0.5 % di frutti, somministrata 2 volte al giorno per 12 settimane	Hct (↔), Hb (↔), AST(↓), ALT (↓), HDL-CHO (↔), attività lisozima (↔), attività complemento (↔)	Ji et al., 2007.
<i>Cratogeomys formosum</i>	tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	pesci sani	dieta pellettata contenente 0.1%, 1%, 1.5% di estratto, somministrata al 2% del peso vivo/giorno, 2 volte al giorno per 4 settimane	attività di fagocitosi (↑), burst ossidativo (↑), attività lisozima (↑)	Rattanachaikunpon e Phumkha- chorn, 2010c.
<i>Curcuma longa</i>	carassio rosso (<i>Carrasius aurata</i>)	pesci infettati sperimentalmente con <i>A. hydrophila</i> pesci sani	trattamento per immersione con 1% di estratto combinato con <i>Azadirachta indica</i> e <i>Ocimum sanctum</i> iniezione ip con 5, 50, 100 mg/kg (0,05 ml/pesce) di estratto combinato con <i>Azadirachta indica</i> e <i>Ocimum sanctum</i>	RBC (↔), WBC (↓), Hct (↑), Hb (↑), MCV (↑), MCH (↑), MCHC (↑) attività di fagocitosi (↑), burst ossidativo (↑), attività lisozima (↑), attività complemento (↑)	Harikrishnan e Bala- sundaram, 2008. Harikrishnan et al., 2009b.
	carpa indiana (<i>Labeo rohita</i>)	pesci sani	dieta contenente 0.75% di estratto combinato con <i>Azadirachta indica</i> e <i>Ocimum sanctum</i> , somministrata per 4 settimane	attività di fagocitosi (↑), burst ossidativo (↑), attività lisozima (↑), attività complemento (↑)	Harikrishnan et al., 2009a.
		pesci sani	dieta pellettata contenente 0.01%, 0.05%, 0.1%, 0.5% di pianta, somministrata per 8 settimane	proteine totali (↑), albumina (↑), globuline (↑), RBC (↑), WBC (↑), Hb (↔), AST (↓), ALT (↓), ALP (↑), burst ossidativo (↑), attività lisozima (↑), attività battericida (↑)	Sahu et al., 2008.
<i>Cynodon dactylon</i>	cernia maculata (<i>Epinephelus tauvina</i>)	pesci sani	dieta con 100, 200, 400, 800 mg/kg di estratto, somministrata al 5% del peso vivo/giorno per 8 settimane	albumina/globulina (↑), attività di fagocitosi (↑), attività battericida (↑)	Punitha et al., 2008.
	tilapia (<i>Oreochromis mossambicus</i>)	pesci sani	dieta contenente 1% di estratto, somministrata al 5% del peso vivo/giorno per 45 giorni	proteine totali (↑), albumina (↑), globuline (↑), glucosio (↓), colesterolo totale (↓), trigliceridi (↓), calcio (↔), Hct (↑), Lct (↑), attività di fagocitosi (↑), attività lisozima (↑)	Immanuel et al., 2009.

Tab. 1 Effetto della somministrazione di fitoterapici su parametri immunitari ed ematologici delle specie ittiche (segue)

SPECIE VEGETALE	SPECIE ITTICA	CONDIZIONE DEI PESCI AL MOMENTO DELLE VALUTAZIONI	DOSE, MODALITÀ E DURATA DELLA SOMMINISTRAZIONE	EFFETTO SU PARAMETRI EMATOLOGICI E IMMUNITARI	BIBLIOGRAFIA
<i>Echinacea purpurea</i>	carpa comune (<i>Cyprinus carpio</i>)	pesci sani	dieta pellettata contenente 100, 250, 500, 750, 1000 mg di estratto combinato con <i>Brusica nigra</i> , <i>Chelidonium majus</i> , <i>Inula helenium</i> , <i>Tussilago farfara</i> , somministrata 3 volte al giorno al 3% del peso vivo/giorno per 70 giorni	proteine totali (↑), albumina (↑), globuline (↑), glucosio (↓), RBC (↑), WBC (↑), Hb (↑), burst ossidativo (↑), attività lisozima (↑), attività battericida (↑)	Mohamad e Abasali, 2010.
<i>Eclipta alba</i>	tilapia (<i>Oreochromis mossambicus</i>)	pesci sani	dieta contenente 0.01%, 0.1%, 1% di estratto, somministrata al 2% del peso vivo/giorno per 3 settimane	burst ossidativo (↑), produzione NO (↑), contenuto MPO (↑), attività lisozima (↑), attività aniproteasi (↑), attività complemento (↑)	Christybpapita et al., 2007.
<i>Epimedium brevicornum</i>	chinese sucker (<i>Myxocyprinus asiaticus</i>)	pesci sani	dieta pellettata contenente 0.1%, 0.5%, 1% di estratto combinato con propoli, somministrata 2 volte al giorno per 5 settimane	attività di fagocitosi (↑), burst ossidativo (↑), attività lisozima (↑), attività complemento (↔)	Zhang et al., 2009.
<i>Flavescens sophora</i>	carpa comune (<i>Cyprinus carpio</i>)	pesci sani	dieta contenente 0.03% di estratto combinato con <i>Andrographis paniculata</i> , <i>Astragalus membranaceus</i> , <i>Portulaca oleracea</i> , ecc., somministrata al 3% del peso vivo/giorno per 8 settimane	proteine totali (↑), albumina (↔), globuline (↑), glucosio (↑), colesterolo totale (↔), trigliceridi (↔), attività di fagocitosi (↑), burst ossidativo (↑), produzione NO (↔), attività lisozima (↑), attività SOD (↔)	Wu et al., 2007.
<i>Ganoderma lucidum</i>	carpa comune (<i>Cyprinus carpio</i>)	pesci infettati sperimentalmente con <i>A. hydrophila</i>	dieta pellettata contenente 0.5% di estratto, somministrata <i>ad libitum</i> per 5 settimane	attività di fagocitosi (↑), burst ossidativo (↑), attività lisozima (↑), Ig anti <i>A. hydrophila</i> (↑)	Yin et al., 2009.
<i>Ginseng</i>	tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	pesci sani	dieta contenente 50, 100, 150, 200, 250 mg di estratto, somministrata al 3% del peso vivo/giorno per 6 settimane	proteine totali (↑), albumina (↑), globuline (↑), WBC (↔), RBC (↑), Hb (↑), Hct (↑), MCV (↓), MCH (↓), MCHC (↔), linfociti (↔), monociti (↔), granulociti (↔)	Goda, 2008.
<i>Inula helenium</i>	carpa comune (<i>Cyprinus carpio</i>)	pesci sani	dieta pellettata contenente 100, 250, 500, 750, 1000 mg di estratto combinato con <i>Brusica nigra</i> , <i>Chelidonium majus</i> , <i>Echinacea purpurea</i> , <i>Tussilago farfara</i> , somministrata 3 volte al giorno al 3% del peso vivo/giorno per 70 giorni	proteine totali (↑), albumina (↑), globuline (↑), glucosio (↓), RBC (↑), WBC (↑), Hb (↑), burst ossidativo (↑), attività lisozima (↑), attività battericida (↑)	Mohamad e Abasali, 2010.
<i>Laurus nobilis</i>	trota iridea (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	pesci sani	dieta contenente 0.5%, 1% di estratto, somministrata per 3 settimane	proteine totali (↔), attività di fagocitosi (↑), burst ossidativo (↑), attività lisozima (↔)	Bilen e Bulut, 2010.

Tab. 1 Effetto della somministrazione di fitoterapici su parametri immunitari ed ematologici delle specie ittiche (segue)

SPECIE VEGETALE	SPECIE ITTICA	CONDIZIONE DEI PESCI AL MOMENTO DELLE VALUTAZIONI	DOSE, MODALITÀ E DURATA DELLA SOMMINISTRAZIONE	EFFETTO SU PARAMETRI EMATOLOGICI E IMMUNITARI	BIBLIOGRAFIA
<i>Lonicera japonica</i>	tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	pesci sani	dietra contenente 0.1% di estratto, somministrata per 4 settimane	proteine totali (\leftrightarrow), attività di fagocitosi (\uparrow), burst ossidativo (\uparrow), attività lisozima (\uparrow), Ig totali (\leftrightarrow)	Ardó et al., 2008.
<i>Lupinus perennis</i>	trota iridea (<i>Onchorhynchus mykiss</i>)	pesci sani	dietra contenente 1% di semi, somministrata per 2 settimane	proteine totali (\leftrightarrow), WBC (\uparrow), RBC (\uparrow), Hb (\leftrightarrow), Hct (\uparrow), MCV (\leftrightarrow), MCH (\leftrightarrow), MCHC (\leftrightarrow), linfociti (\leftrightarrow), monociti (\leftrightarrow), neutrofili (\leftrightarrow), trombociti (\uparrow), attività di fagocitosi (\leftrightarrow), burst ossidativo (\uparrow), attività lisozima (\uparrow), attività PO (\leftrightarrow), attività antiproteasi (\leftrightarrow), attività complemento (\leftrightarrow), attività battericida (\downarrow)	Award e Austin, 2010.
<i>Mangifera indica</i>	carpa indiana (<i>Labeo rohita</i>)	pesci sani	dietra contenente 0.1%, 0.5%, 1% di semi, somministrata per 4 settimane	proteine totali (\uparrow), albumina (\uparrow), globuline (\uparrow), glucosio (\downarrow), RBC (\uparrow), WBC (\uparrow), Hb (\uparrow), burst ossidativo (\uparrow), attività lisozima (\uparrow), attività battericida (\uparrow)	Sahu et al., 2007b.
	trota iridea (<i>Onchorhynchus mykiss</i>)	pesci sani	dietra contenente 1% di frutto, somministrata per 2 settimane	proteine totali (\uparrow), WBC (\uparrow), RBC (\uparrow), Hb (\leftrightarrow), Hct (\uparrow), MCV (\leftrightarrow), MCH (\leftrightarrow), MCHC (\leftrightarrow), linfociti (\leftrightarrow), monociti (\leftrightarrow), neutrofili (\leftrightarrow), trombociti (\leftrightarrow), attività di fagocitosi (\leftrightarrow), burst ossidativo (\uparrow), attività lisozima (\uparrow), attività PO (\leftrightarrow), attività antiproteasi (\leftrightarrow), attività complemento (\leftrightarrow), attività battericida (\downarrow)	Award e Austin, 2010.
<i>Massa medicata</i>	orata giapponese (<i>Pagrus major</i>)	pesci sani	dietra pellettata contenente 0.5% di frutti, somministrata 2 volte al giorno per 12 settimane	Hct (\leftrightarrow), Hb (\uparrow), AST (\downarrow), ALT (\leftrightarrow), HDL-CHO (\leftrightarrow), attività lisozima (\leftrightarrow), attività complemento (\leftrightarrow)	Ji et al., 2007.
<i>Mucor circinelloides</i>	orata (<i>Sparus aurata</i>)	pesci sani	dietra con 1% di fungo liofilizzato, somministrata all' 1% del peso vivo/giorno per 6 settimane	attività di fagocitosi (\uparrow), attività lisozima (\leftrightarrow), attività citotossica (\uparrow)	Rodriguez et al., 2004.
<i>Muscari comosum</i>	trota iridea (<i>Onchorhynchus mykiss</i>)	pesci sani	somministrazione ip di 0.5 e 2 mg/pesce	WBC (\uparrow), Hct (\leftrightarrow), neutrofili (\uparrow), monociti (\uparrow), burst ossidativo (\uparrow), attività lisozima (\leftrightarrow)	Uluköy et al., 2007.
<i>Myristica fragans</i>	cemia maculata (<i>Epinephelus tauvina</i>)	pesci sani	dietra pellettata contenente 100, 200, 400, 800 mg/kg di estratto, somministrata al 5% del peso vivo/giorno per 12 settimane	albumina (\leftrightarrow), globuline (\leftrightarrow), Lct (\leftrightarrow), attività di fagocitosi (\leftrightarrow), attività lisozima (\leftrightarrow), attività battericida (\leftrightarrow)	Sivaram et al., 2004.

Tab. 1 Effetto della somministrazione di fitoterapici su parametri immunitari ed ematologici delle specie ittiche (segue)

SPECIE VEGETALE	SPECIE ITTICA	CONDIZIONE DEI PESCI AL MOMENTO DELLE VALUTAZIONI	DOSE, MODALITÀ E DURATA DELLA SOMMINISTRAZIONE	EFFETTO SU PARAMETRI EMATOLOGICI E IMMUNITARI	BIBLIOGRAFIA
<i>Nyctanthes arbortristis</i>	tilapia (<i>Oreochromis mossambicus</i>)	pesci sani	dieta pellettata contenente 0,01%, 0,1%, 1% di semi, somministrata al 2% del peso vivo/giorno per 3 settimane	burst ossidativo (↑), produzione NO (↑), contenuto MPO (↑), attività lisozima (↑), attività complemento (↑)	Kirubakaran et al., 2010.
<i>Ocimum sanctum</i>	carassio rosso (<i>Catnassius aurata</i>)	pesci infettati sperimentalmente con <i>A. hydrophila</i>	trattamento per immersione con 1% di estratto combinato con <i>Azadirachta indica</i> e <i>Curcuma longa</i>	RBC (↔), WBC (↓), Hct (↑), Hb (↑), MCV (↑), MCH (↑), MCHC (↑)	Harikrishnan e Bala-sundaram, 2008.
		pesci sani	somministrazione ip di 5, 50, 100 mg/kg (0.05 ml/pesce) di estratto combinato con <i>Azadirachta indica</i> e <i>Curcuma longa</i>	attività di fagocitosi (↑), burst ossidativo (↑), attività lisozima (↑), attività complemento (↑)	Harikrishnan et al., 2009b.
		pesci sani	dieta contenente 0.75% di estratto combinato con <i>Curcuma longa</i> e <i>Azadirachta indica</i> , somministrata per 4 settimane	attività di fagocitosi (↑), burst ossidativo (↑), attività lisozima (↑), attività complemento (↑)	Harikrishnan et al., 2009a.
	cernia maculata (<i>Epinephelus tauvina</i>)	pesci sani	dieta pellettata contenente 100, 200, 400, 800 mg/kg di estratto, somministrata al 5% del peso vivo/giorno per 12 settimane	albumina (↔), globulina (↑), Lct (↑), attività di fagocitosi (↑), attività lisozima (↔), attività battericida (↑)	Sivaram et al., 2004.
	tilapia (<i>Oreochromis mossambicus</i>)	pesci sani o vaccinati con <i>A. hydrophila</i> inattivato	somministrazione ip di 0.2, 20, 2000 µg di estratto (0,2 ml/pesce)	burst ossidativo (↑), Ig anti <i>A. hydrophila</i> (↑)	Logambal et al., 2000.
<i>Origanum minutiflorum</i>	sarago pizzuto (<i>Diplodus puntazzo</i>)	pesci parassitati da <i>Myxobolus</i> sp	dieta contenente 0.2, 2, 20, 200, 1000 µg di foglie, somministrata per 4 giorni	Ig anti <i>A. hydrophila</i> (↑)	
		pesci sani	dieta contenente olio essenziale, 8ml/5 kg di biomassa, somministrata per 4 settimane	attività di fagocitosi (↔), produzione NO (↔), proliferazione leucociti (↑), attività lisozima (↓)	Karagouni et al., 2005.
<i>Origanum vulgare</i>	pesce gatto (<i>Ictalurus punctatus</i>)	pesci sani	dieta contenente 0.05% di estratto, somministrata per 8 settimane	attività lisozima (↑), attività SOD (↑), attività catalasi (↑)	Zheng et al., 2009.
<i>Phyllanthus niruri</i>	cernia maculata (<i>Epinephelus tauvina</i>)	pesci sani	dieta contenente 100, 200, 400, 800 mg/kg di estratto, somministrata al 5% del peso vivo/giorno per 8 settimane	albumina/globulina (↑), attività di fagocitosi (↑), attività battericida (↑)	Punitha et al., 2008.

Tab. 1 Effetto della somministrazione di fitoterapici su parametri immunitari ed ematologici delle specie ittiche (segue)

SPECIE VEGETALE	SPECIE ITTICA	CONDIZIONE DEI PESCI AL MOMENTO DELLE VALUTAZIONI	DOSE, MODALITÀ E DURATA DELLA SOMMINISTRAZIONE	EFFETTO SU PARAMETRI EMATOLOGICI E IMMUNITARI	BIBLIOGRAFIA
<i>Piper longum</i>	cernia maculata (<i>Epinephelus tauvina</i>)	pesci sani	dietra contenente 100, 200, 400, 800 mg/kg di estratto, somministrata al 5% del peso vivo/giorno per 8 settimane	albumina/globulina (↑), attività di fagocitosi (↑), attività battericida (↑)	Punitha et al., 2008.
<i>Portulaca oleracea</i>	carpa comune (<i>Cyprinus carpio</i>)	pesci sani	dietra contenente 0,03% di estratto combinato con <i>Andropogon paniculata</i> , <i>Astragalus membranaceus</i> , <i>Flavescens sophora</i> , ecc., somministrata al 3% del peso vivo/giorno per 8 settimane	proteine totali (↑), albumina (↔), globuline (↑), glucosio (↑), colesterolo totale (↔), trigliceridi (↔), attività di fagocitosi (↑), burst ossidativo (↑), produzione NO (↔), attività lisozima (↑), attività SOD (↔)	Wu et al., 2007.
<i>Punica granatum</i>	japanese flounder (<i>Paralichthys olivaceus</i>)	pesci sani	somministrazione ip di 5, 50, 100 mg/kg di estratto combinato con <i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i> e <i>Zanthoxylum schinifolium</i>	attività di fagocitosi (↑), burst ossidativo (↑), attività lisozima (↑), attività complemento (↑)	Harikrishnan et al., 2010c.
		pesci infertati da <i>Lymphocystis virus</i>	somministrazione ip di 5, 50, 100 mg/kg di estratto	attività di fagocitosi (↑), burst ossidativo (↑), attività lisozima (↑), attività complemento (↑)	Harikrishnan et al., 2010b.
<i>Rheum officinale</i>	carpa comune (<i>Cyprinus carpio</i>)	pesci sani	dietra contenente 0.5%, 1%, 2%, 4% di estratto, somministrata al 2-4% del peso vivo/giorno per 70 giorni	glucosio (↔), cortisolo (↓), attività lisozima (↑), attività SOD (↑), attività catalasi (↔), malondialdeide (↓)	Xie et al., 2008.
<i>Rosmarinus officinalis</i>	tilapia (<i>Oreochromis</i> sp.)	pesci sani	dietra contenente 8% e 16% di estratto, somministrata per 6 settimane	attività di fagocitosi (↑)	Tal et al., 2007.
<i>Scutellaria baicalensis</i>	tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	pesci sani	dietra pelletata contenente 0,1%, 0,5%, 1% di estratto, somministrata ad libitum 6 volte al giorno per 4 settimane	attività di fagocitosi (↓), burst ossidativo (↓), attività lisozima (↔)	Yin et al., 2006.
<i>Solanum trilobatum</i>	tilapia (<i>Oreochromis mossambicus</i>)	pesci sani	somministrazione ip di 4, 40, 400 mg/kg di estratto (0,2 ml/pesce)	burst ossidativo (↑), produzione NO (↑), attività lisozima (↑)	Divyagnaneswari et al., 2007.
	pesci vaccinati con <i>A. hydrophila</i> inattivato		somministrazione ip di 4, 6.4, 32, 40, 160, 400, 800 mg/kg (0,2 ml/pesce) di estratto	Ig anti <i>A. hydrophila</i> (↑), attività lisozima (↑)	Divyagnaneswari et al., 2008.

Tab. 1 Effetto della somministrazione di fitoterapici su parametri immunitari ed ematologici delle specie ittiche (segue)

SPECIE VEGETALE	SPECIE ITTICA	CONDIZIONE DEI PESCI AL MOMENTO DELLE VALUTAZIONI	DOSE, MODALITÀ E DURATA DELLA SOMMINISTRAZIONE	EFFETTO SU PARAMETRI EMATOLOGICI E IMMUNITARI	BIBLIOGRAFIA
<i>Spirulina platensis</i>	carpa comune (<i>Cyprinus carpio</i>)	pesci sani	somministrazione orale mediante intubazione di 1, 10, 25 mg/pesce (0,1 ml/pesce) per 3 giorni	attività di fagocitosi (↑), burst ossidativo (↑), espressione IL-1β (↑), IL-10 (↓), TNF-α (↑)	Watanuki et al., 2006.
	pesce gatto (<i>Ictalurus punctatus</i>)	pesci sani o vaccinati con <i>E. ictaluri</i> inattivato	dieta contenente 2.7% di alga, somministrata per 1 settimana	RBC (↓), Hct (↔), linfociti (↑), monociti (↔), neutrofili (↑), trombociti (↔), attività di burst ossidativo (↑), chemiotassi (↑), Ig anti <i>E. ictaluri</i> (↔)	Ducan e Klesius, 1996.
<i>Tinospora cordifolia</i>	tilapia (<i>Oreochromis mossambicus</i>)	pesci vaccinati con <i>A. hydrophila</i> inattivato	somministrazione ip di 0.8, 8, 80 mg/kg di foglie (0,2 ml/pesce)	burst ossidativo (↑), Ig anti <i>A. hydrophila</i> (↑)	Sudhakaran et al., 2006.
		pesci sani	somministrazione ip di 6, 60, 600 mg/kg di foglie (0,2 ml/pesce)	burst ossidativo (↑), produzione NO (↑), contenuto MPO (↑), attività lisozima (↑), attività complemento (↑), attività antiproteasi (↑)	Alexander et al., 2010.
<i>Tioma sinensis</i>	tilapia (<i>Oreochromis mossambicus</i>)	pesci infettati sperimentalmente con <i>A. hydrophila</i>	somministrazione ip di estratto 4.8 µg/g (10 µg/pesce)	attività di fagocitosi (↑), burst ossidativo (↑), attività lisozima (↔), Ig totali (↔)	Wu et al., 2010.
<i>Triptax procumbens</i>	cernia maculata (<i>Epinephelus tauvina</i>)	pesci sani	dieta contenente 100, 200, 400, 800 mg/kg di estratto, somministrata al 5% del peso vivo/giorno per 8 settimane	albumina/globulina (↑), attività di fagocitosi (↑), attività battericida (↑)	Punitha et al., 2008.
<i>Tussilago farfara</i>	carpa comune (<i>Cyprinus carpio</i>)	pesci sani	dieta pellettata contenente 100, 250, 500, 750, 1000 mg di estratto combinato con <i>Bruscia nigra</i> , <i>Chelidonium majus</i> , <i>Echinacea purpurea</i> , <i>Inula helenium</i> , somministrata 3 volte al giorno al 3% del peso vivo/giorno per 70 giorni	proteine totali (↑), albumina (↑), globuline (↑), glucosio (↓), RBC (↑), WBC (↑), Hb (↑), burst ossidativo (↑), attività lisozima (↑), attività battericida (↑)	Mohamad e Abasali, 2010.
<i>Urtica dioica</i>	trota iridea (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	pesci sani	dieta pellettata con 0.1%, 1% di estratto, somministrata al 2% del peso vivo/giorno per 3 settimane	proteine totali (↑), attività di fagocitosi (↔), burst ossidativo (↔)	Düğenci et al., 2003.
		pesci sani	dieta contenente 1% di foglie, somministrata per 2 settimane	proteine totali (↔), WBC (↑), RBC (↑), Hb (↔), Hct (↑), MCV (↔), MCH (↔), MCHC (↔), linfociti (↔), monociti (↔), neutrofili (↔), trombociti (↔), attività di fagocitosi (↔), burst ossidativo (↑), attività lisozima (↑), attività PO (↔), attività antiproteasi (↔), attività complemento (↔), attività battericida (↓)	Award e Austin, 2010.

Tab. 1 Effetto della somministrazione di fitoterapici su parametri immunitari ed ematologici delle specie ittiche (segue)

SPECIE VEGETALE	SPECIE ITTICA	CONDIZIONE DEI PESCI AL MOMENTO DELLE VALUTAZIONI	DOSE, MODALITÀ E DURATA DELLA SOMMINISTRAZIONE	EFFETTO SU PARAMETRI EMATOLOGICI E IMMUNITARI	BIBLIOGRAFIA
<i>Viscum album</i>	trota iridea (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) anguilla giapponese (<i>Anguilla japonica</i>)	pesci sani pesci sani	dieta pellettata contenente 0.1 %, 1% di estratto, somministrata al 2% del peso vivo/giorno per 3 settimane dieta contenente 0.1%, 0.5%, 1% di estratto, somministrata al 1% del peso vivo/giorno per 4 settimane	proteine totali (↑), attività di fagocitosi (↔), burst ossidativo (↔) attività di fagocitosi (↑), burst ossidativo (↑), attività lisozima (↑)	Düğenci et al., 2003. Choi et al., 2008.
<i>Withania somnifera</i>	carpa indiana (<i>Labeo rohita</i>) cernia maculata (<i>Epinephelus tauvina</i>)	pesci sani pesci sani	dieta pellettata contenente 1%, 2%, 3% di radice, somministrata al 3% del peso vivo/giorno per 6 settimane dieta pellettata contenente 100, 200, 400, 800 mg/kg di estratto, somministrata al 5% del peso vivo/giorno per 12 settimane	attività di fagocitosi (↑), burst ossidativo (↑), attività lisozima (↑), Ig totali (↑) albumina (↔), globuline (↑), Lcr (↑), attività di fagocitosi (↑), attività lisozima (↔), attività battericida (↔)	Sharma et al., 2010. Sivaram et al., 2004.
	tilapia (<i>Oreochromis mossambicus</i>)	pesci sani	dieta contenente 1% di estratto, somministrata al 5% del peso vivo/giorno per 45 giorni	proteine totali (↑), albumina (↑), globuline (↑), glucosio (↓), colesterolo totale (↓), trigliceridi (↓), calcio (↔), Hct (↑), Lcr (↑), attività di fagocitosi (↑), attività lisozima (↑)	Immanuel et al., 2009.
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	japanese flounder (<i>Paralichthys olivaceus</i>)	pesci sani	somministrazione ip di 5, 50, 100 mg/kg di estratto combinato con <i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i> e <i>Punica granatum</i>	attività di fagocitosi (↑), burst ossidativo (↑), attività lisozima (↑), attività complemento (↑)	Harikrishnan et al., 2010c.
<i>Zataria multiflora</i>	carpa comune (<i>Cyprinus carpio</i>)	pesci sani o vaccinati con <i>A. hydrophila</i> inattivato	dieta contenente 30, 60, 120 ppm di olio essenziale, somministrata al 1% del peso/vivo giorno per 8 giorni	proteine totali (↔), albumina (↔), globuline (↔), WBC (↑), attività lisozima (↔), attività battericida (↑), Ig anti <i>A. hydrophila</i> (↑)	Soltani et al., 2010.

Tab. 1 Effetto della somministrazione di fitoterapici su parametri immunitari ed ematologici delle specie ittiche (segue)

SPECIE VEGETALE	SPECIE ITTICA	CONDIZIONE DEI PESCI AL MOMENTO DELLE VALUTAZIONI	DOSE, MODALITÀ E DURATA DELLA SOMMINISTRAZIONE	EFFETTO SU PARAMETRI EMATOLOGICI E IMMUNITARI	BIBLIOGRAFIA
<i>Zingiber officinale</i>	cernia maculata (<i>Epinephelus tauvina</i>)	pesci sani	dieta contenente 100, 200, 400, 800 mg/kg di estratto, somministrata al 5% del peso vivo/giorno per 8 settimane	albumina/globulina (↑), attività di fagocitosi (↑), attività battericida (↑)	Punitha et al., 2008.
	tilapia (<i>Oreochromis mossambicus</i>)	pesci sani	dieta contenente 1% di estratto, somministrata al 5% del peso vivo/giorno per 45 giorni	proteine totali (↑), albumina (↑), globuline (↑), glucosio (↓), colesterolo totale (↓), trigliceridi (↓), calcio (↔), Hct (↑), Lct (↑), attività di fagocitosi (↑), attività lisozima (↑)	Immanuel et al., 2009.
	trota iridea (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	pesci sani	dieta pellettata contenente 0.1%, 1% di estratto, somministrata al 2% del peso vivo/giorno per 3 settimane	proteine totali (↑), attività di fagocitosi (↑), burst ossidativo (↑)	Dügenci et al., 2003.
		pesci sani	dieta pellettata contenente 0.05%, 0.1%, 0.5%, 1% di radice, somministrata per 2 settimane	proteine totali (↑), albumina (↔), globuline (↑), RBC (↑), WBC (↑), Hct (↑), Hb (↔), MCV (↔), MCH (↔), MCHC (↔), linfociti (↑), monociti (↑), neutrofilii (↑), trombociti (↔), attività di fagocitosi (↑), burst ossidativo (↑), attività lisozima (↑), attività antiproteasi (↑), attività complemento (↓), attività battericida (↓)	Nya e Austin, 2009b.
<p>Legenda: ALP, fosfatasi alcalina; ALT, alanina aminotransferasi; AST, aspartato aminotransferasi; Hb, emoglobina; HDL-CHO, colesterolo ad alta densità; Ig, immunoglobuline; IL-1β, interleuchina 1β; IL-10, interleuchina 10; ip, infezione intraperitoneale; Lct, leucocriti; MCH, contenuto emoglobinico corpuscolare medio; MCHC, concentrazione emoglobinica corpuscolare media; MCV, volume corpuscolare medio; MPO, mieloperoxidasi dei leucociti; NO, ossido nitrico; PO, perossidasi sieriche; RBC, globuli rossi; SOD, superossido dismutasi; TNF-α, fattore di necrosi tumorale α; WBC, globuli bianchi. ↑, aumento significativo; ↓, diminuzione significativa; ↔, nessuna variazione significativa.</p>					

Tab. 1 Effetto della somministrazione di fitoterapici su parametri immunitari ed ematologici delle specie ittiche

PATOGENO UTILIZZATO PER INFEZIONE SPERIM. BATTERI	SPECIE ITTICA	PIANTE ATTIVE	BIBLIOGRAFIA
<i>A. hydrophila</i>	<i>Anguilla japonica</i> <i>Carassius aurata</i> <i>Cyprinus carpio</i> <i>Ictalurus punctatus</i> <i>Labeo rohita</i> <i>Myxocyprinus asiaticus</i> <i>Oncorhynchus mykiss</i> <i>Oreochromis mossambicus</i> <i>Oreochromis niloticus</i>	<i>Viscum album</i> <i>Azadirachta indica, Curcuma longa, Ocimum sanctum</i> <i>Astragalus membranaceus, Brussaica nigra, Chelidonium majus, Echinacea purpurea, Ganoderma lucidum, Inula helenium, Rheum officinale, Silybum marianum, Spirulina platensis, Tussilago farfara</i> <i>Origanum vulgare</i> <i>Achyranthes aspera, Allium sativum, Curcuma longa, Mangifera indica, Withania somnifera</i> <i>Epimedii brevicornum</i> <i>Allium sativum, Zingiber officinale</i> <i>Eclipta alba, Nycthanthes arbor-tristis, Ocimum sanctum, Solanum trilobatum, Tinospora cordifolia</i> <i>Allium sativum, Astragalus membranaceus, Lonicera japonica, Psidium guajava</i>	Choi et al., 2008. Harikrishnan et al., 2009a; Harikrishnan et al., 2009b; Harikrishnan et al., 2010a. Watanuki et al., 2006; Xie et al., 2008; Alishahi et al., 2009; Yin et al., 2009; Mohamad e Abasali, 2010. Zheng et al., 2009. Vasudeva Rao et al., 2006; Sahu et al., 2007a; Sahu et al., 2007b; Sahu et al., 2008; Sharma et al., 2010. Zhang et al., 2009. Nyla e Austin 2009a; Nyla e Austin 2009b. Logambal et al., 2000; Sudhakaran et al., 2006; Christyapita et al., 2007; Divyagnaneswari et al., 2007; Divyagnaneswari et al., 2008; Alexander et al., 2010; Kirubakaran et al., 2010. Shalaby et al., 2006; Ardo et al., 2008; Pachanawan et al., 2008. Bitchava et al., 2009. Duncan e Klesius, 1996. Rattanachaikunsopon e Phumkhachorn, 2009a, Rattanachaikunsopon e Phumkhachorn 2010b, Rattanachaikunsopon e Phumkhachorn, 2009b, Rattanachaikunsopon e Phumkhachorn, 2010c.
<i>A. sobria</i>	<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Origanum vulgare</i>	
<i>E. ictaluri</i>	<i>Ictalurus punctatus</i>	<i>Spirulina platensis</i>	
<i>F. columnare</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>	<i>Allium tuberosum, Centella asiatica</i>	
<i>S. agalactiae</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>	<i>Andrographis paniculata, Cratogeomys formosum</i>	

Tab. 2. Piante e alghe che hanno determinato riduzione della mortalità in specie ittiche sottoposte a infezione sperimentale (segue)

PATOGENO UTILIZZATO PER INFEZIONE SPERIM.	SPECIE ITTICA	PIANTE ATTIVE	BIBLIOGRAFIA
<i>S. iniae</i>	<i>Oreochromis niloticus</i> <i>Oreochromis sp.</i>	<i>Cinnamomum verum</i> <i>Rosmarinus officinalis</i>	Rattanachaiakunsopon e Phumkhachom, 2010a. Abutbul et al., 2004.
<i>V. alginolyticus</i>	<i>Pseudosciaena crocea</i> <i>Sebastes schlegelii</i>	<i>Astragalus membranaceus</i> , <i>Angelica sinensis</i> <i>Aloe vera</i>	Jian e Wu, 2003. Kim et al., 1999.
<i>V. anguillarum</i>	<i>Dicentrarchus labrax</i> <i>Pagrus major</i>	<i>Origanum vulgare</i> <i>Artemisia capillaries</i> , <i>Cnidium officinale</i> , <i>Crataegi fructus</i> , <i>Masa medicata</i>	Yiagnosis et al., 2009. Ji et al., 2007.
<i>V. harveyi</i>	<i>Epinephelus tauvina</i>	<i>Cynodon dactylon</i> , <i>Myristica fragrans</i> , <i>Ocimum sanctum</i> , <i>Piper longum</i> , <i>Phyllanthus niruri</i> , <i>Tridax procumbens</i> , <i>Withania somnifera</i> , <i>Zingiber officinale</i>	Sivaram et al. 2004; Punitha et al., 2008.
<i>V. vulnificus</i>	<i>Oreochromis mossambicus</i>	<i>Aegle marmelos</i> , <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Withania somnifera</i> , <i>Zingiber officinale</i>	Immanuel et al., 2009.
VIRUS			
<i>Lymphocystis virus (LDV)</i>	<i>Paralichthys olivaceus</i>	<i>Punica granatum</i>	Harikrishnan et al., 2010b.
PARASSITI			
<i>Myxobolus sp.</i>	<i>Diplodus puntazzo</i>	<i>Origanum miniiflorum</i>	Karagouni et al., 2005.
<i>U. marinum</i>	<i>Paralichthys olivaceus</i>	<i>Chrysanthemum cineraria</i> , <i>Punica granatum</i> , <i>Zanthoxylum schiniifolium</i>	Harikrishnan et al., 2010c.

Tab. 2 Pianta e alghe che hanno determinato riduzione della mortalità in specie ittiche sottoposte a infezione sperimentale

RIASSUNTO

In Europa le norme che disciplinano l'uso farmaci in acquacoltura sono molto restrittive, al fine di limitare la somministrazione indiscriminata di antibiotici, che possono promuovere la selezione di ceppi batterici antibiotico-resistenti, e l'accumulo di residui nei tessuti dei pesci e nell'acqua (Rodgers, 2009). Allo stesso tempo lo sviluppo di vaccini efficaci per il controllo delle malattie è spesso associato a problematiche quali l'eterogeneità antigenica dei ceppi microbici utilizzati e gli alti costi di produzione (Le Breton, 2009; Toranzo et al., 2009).

Recentemente è cresciuto l'interesse nei confronti di un possibile impiego di sostanze immunostimolanti, in grado di promuovere la risposta immunitaria dei pesci e la resistenza ai patogeni (Anderson, 1992; Galeotti, 1998; Sakai, 1999). In particolare, gli estratti di piante, alghe e funghi potrebbero rappresentare una promettente alternativa ai farmaci tradizionali, in quanto possono fornire molecole bioattive, relativamente facili da reperire in commercio e biocompatibili (Abasali e Mohamad, 2010). Lo scopo di questo lavoro è quello di fornire una panoramica delle recenti ricerche in merito all'uso di fitoterapici in acquacoltura. Particolare attenzione viene dedicata allo studio degli effetti della loro somministrazione sulla risposta immunitaria e sulla resistenza alle malattie dei pesci.

ABSTRACT

In Europe the regulations governing drugs use in aquaculture are very restrictive, in order to limit the indiscriminate administration of antibiotics, which can lead to the selection of antibiotic resistant bacterial strains, and the accumulation of chemical residues in water and fish tissues, which can be potentially risky to environment and consumers (Rodgers, 2009). At the same time the development of effective vaccines for disease control is often associated with problems, such as antigenic heterogeneity of microbial strains and production costs (Le Breton, 2009; Toranzo et al., 2009).

Recently, there has been an increased interest on the possible use of immunostimulants, capable of enhancing fish immune responses and resistance to pathogens (Anderson, 1992; Galeotti, 1998; Sakai, 1999). In particular, plants extracts could represent a promising alternative to traditional drugs, since they provide bioactive molecules and at the same time they are easily commercially available, inexpensive and biocompatible (Abasali and Mohamad, 2010).

The aim of this paper is to provide an overview of recent researches dealing with the use of medicinal herbs in aquaculture. Special attention is given to the effects of plants administration on the immune response and disease resistance of fish species.

BIBLIOGRAFIA

- ABUTBUL S., GOLAN-GOLDHIRSH A., BARAZANI O., OFIR R., ZILBERG D. (2005): *Screening of desert plants for use against bacterial pathogens in fish*, «The Israeli Journal of Aquaculture», 57, pp. 71-80.

- ABUTBUL S., GOLAN-GOLDHIRSH A., BARAZANI O., ZILBERG D. (2004): *Use of Rosmarinus officinalis as a treatment against Streptococcus iniae in tilapia (Oreochromis sp.)*, «Aquaculture», 238, pp. 97-105.
- ALEXANDER C.P., KIRUBAKARAN C.J.W., MICHAEL R.D. (2010): *Water soluble fraction of Tinospora cordifolia leaves enhanced the non-specific immune mechanisms and disease resistance in Oreochromis mossambicus*, «Fish & Shellfish Immunology», 30, pp. 1-8.
- ALISHAHI M., MESBAH M., NAJAFZADEH H., GHORBANPOOR M. (2009): *Effect of Silybum marianum on resistance against Aeromonas hydrophila infection in Cyprinus carpio*, Atti 14th International Conference of EAAP, Praga (Repubblica Ceca), 14-19 settembre, pp. 427.
- ANDERSON D.P. (1992): *Immunostimulants, adjuvants and vaccine carriers in fish: application to aquaculture*, «Annual Review of Fish Diseases», 2, pp. 281-307.
- ARDÒ L., YIN G., XU P., VÁRADI L., SZIGETI G., JENEY Z., JENEY G. (2008): *Chinese herbs (Astragalus membranaceus and Lonicera japonica) and boron enhance the non-specific immune response on Nile tilapia (Oreochromis niloticus) and resistance against Aeromonas hydrophila*, «Aquaculture», 275, pp. 26-33.
- AWAD E., AUSTIN B. (2010): *Use of lupin, Lupinus perennis, mango, Mangifera indica, and stinging nettle, Urtica dioica, as feed additives to prevent Aeromonas hydrophila infection in rainbow trout, Oncorhynchus mykiss (Walbaum)*, «Journal of Fish Diseases», 33, pp. 413-420.
- BANSEMIER A., BLUME M., SCHRÖDER S., LINDEQUIST U. (2005): *Screening of cultivated seaweeds for antibacterial activity against fish pathogenic bacteria*, «Aquaculture», 252, pp. 79-84.
- BHUVANESWARI R., BALASUNDARAM C. (2006): *Traditional Indian herbal extracts used in vitro against growth of the pathogenic bacteria – Aeromonas hydrophila*, «The Israeli Journal of Aquaculture», 58, pp. 89-96.
- BILEN S., BULUT M. (2010): *Effects of laurel (Laurus nobilis) on the non-specific immune responses of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss, Walbaum)*, «Journal of Animal and Veterinary Advances», 9, pp. 1275-1279.
- BITCHAVA K., TSIRONI E., PANOPOULOS S., ATHANASSOPOULOU F., YIAGNISIS M. (2009): *Effect of dietary oregano essential oil supplementation on the resistance to clinical disease from Aeromonas sobria in carp, Cyprinus carpio*, Atti 14th International Conference of EAAP, Praga (Repubblica Ceca). 14-19 settembre, pp. 405.
- BRICKNELL I., DALMO R.A. (2005): *The use of immunostimulants in fish larval aquaculture*, «Fish & Shellfish Immunology», 19, pp. 457-472.
- CAPASSO F., GRANDOLINI G., IZZO A.A. (2006): *Storia della fitoterapia*, in *Fitoterapia, impiego razionale delle droghe vegetali*, ed. 3, Springer Milan, pp. 9-17.
- CASTRO S.B.R., LEAL C.A.G., FREIRE F.R., CARVALHO D.A., OLIVEIRA D. F., FIGUEIREDO H.C.P. (2008): *Antibacterial activity of plant extracts from brazil against fish pathogenic bacteria*, «Brazilian Journal of Microbiology», 39, pp. 756-760.
- CHOI S., PARK K., YOON T., KIM J., JANG Y., CHOE C. (2008): *Dietary korean mistletoe enhances cellular non-specific immune responses and survival of Japanese eel (Anguilla japonica)*, «Fish & Shellfish Immunology», 24, pp. 67-73.
- CHOUNDHURY S., SREE A., MUKHERJEE S.C., PATNAIK P., BAPUJI M. (2005): *In vitro antibacterial activity of extracts of selected marine algae and mangroves against fish pathogens*, «Asian Fisheries Science», 18, pp. 285-294.
- CHRISTYBAPITA D., DIVYAGNANESWARI M., MICHAEL R.D. (2007): *Oral administration of Eclipta alba leaf aqueous extract enhances the non-specific immune responses and disease resistance of Oreochromis mossambicus*, «Fish & Shellfish Immunology», 23, pp. 840-852.

- DIREKBUSARAKOM S. (2004): *Application of medicinal herbs to aquaculture in Asia*, «Walailak Journal Science & Technology», 1, pp. 7-14.
- DIVYAGNANESWARI M., CHRISTYBAPITA D., MICHAEL R.D. (2007): *Ehancement of non-specific immunity and disease resistance in Oreochromis mossambicus by Solanum trilobatum leaf fractions*, «Fish & Shellfish Immunology», 23, pp. 249-259.
- DIVYAGNANESWARI M., CHRISTYBAPITA D., MICHAEL R.D. (2008): *Immunomodulatory activity of Solanum trilobatum leaf extracts in Oreochromis mossambicus*, «Diseases in Asian Aquaculture», 6, pp. 221-234.
- DUBBER D., HARDER T. (2008): *Extracts of Ceramium rubrum, Mastocarpus stellatus and Laminaria digitata inhibit growth of marine and fish pathogenic bacteria at ecologically realistic concentrations*, «Aquaculture», 274, pp. 196-200.
- DÜGENCI S.K., ARDA N., CANDAN A. (2003): *Some medicinal plants as immunostimulant for fish*, «Journal of Ethnopharmacology», 88, pp. 99-106.
- DUNCAN P.L., KLESIOUS P.H. (1996): *Effects of feeding Spirulina on specific and non-specific immune responses of channel catfish*, «Journal of Aquatic Animal Health», 8, pp. 308-313.
- GALEOTTI M. (1998): *Some aspects of the application of immunostimulants and a critical review of methods for their evaluation*, «Journal of Applied Ichthyology», 14, pp. 189-199.
- GALINDO-VILLEGAS J., HOSOKAWA H. (2004): *Immunostimulants: towards temporary prevention of diseases in marine fish*, in Cruz Suárez L.E., Ricque M.D., Nieto López M.G., Villareal D., Scholz U., González M., *Avances en Nutrición Acuicola*, VII. Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición Acuicola, Hermosillo, Sonora, Mexico, pp. 16-19.
- GODA A.M.A.S. (2008): *Effect of dietary ginseng herb (Ginsana® G115) supplementation on growth, feed utilization, and hematological indices of Nile tilapia, Oreochromis niloticus (L.) fingerlings*, «Journal of the World Aquaculture Society», 39, pp. 205-214.
- HARIKRISHNAN R., BALASUNDARAM C. (2005): *Antimicrobial activity of medicinal herbs in vitro against fish pathogen, Aeromonas hydrophila*, «Fish Pathology», 40, pp. 187-189.
- HARIKRISHNAN R., BALASUNDARAM C. (2008): *In vitro and in vivo studies of the use of some medicinal herbals against the pathogen Aeromonas hydrophila in goldfish*, «Journal of Aquatic Animal Health», 20, pp. 165-176.
- HARIKRISHNAN R., BALASUNDARAM C., BHUVANESWARI R. (2005): *Restorative effect of Azadirachta indica aqueous leaf extract dip treatment on haematological parameter changes in Cyprinus carpio (L.) experimentally infected with Aphanomyces invadans fungus*, «Journal Applied Ichthyology», 21, pp. 410-413.
- HARIKRISHNAN R., BALASUNDARAM C., HEO M.S. (2009A): *Effect of chemotherapy, vaccines and immunostimulants on innate immunity of goldfish infected with Aeromonas hydrophila*, «Diseases of Aquatic Organisms», 88, pp. 45-54.
- HARIKRISHNAN R., BALASUNDARAM C., HEO M.S. (2010A): *Herbal supplementation diets on haematology and innate immunity in goldfish against Aeromonas hydrophila*, «Fish & Shellfish Immunology», 28, pp. 354-361.
- HARIKRISHNAN R., BALASUNDARAM C., KIM M.C., KIM J.S., HAN Y.J., HEO M.S. (2009B): *Innate immune response and disease resistance in Carassius auratus by triherbal solvent extracts*, «Fish & Shellfish Immunology», 27, pp. 508-515.
- HARIKRISHNAN R., BALASUNDARAM C., KIM M.C., KIM J.S., HEO M.S. (2009C): *Effective administration route of azadirachtin and its impact on haematological and biochemical parameters in goldfish (Carassius auratus) infected with Aeromonas hydrophila*, «Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy», 53, pp. 613-619.

- HARIKRISHNAN R., HEO J., BALASUNDARAM C., KIM M.C., KIM J.S., HAN Y.J., HEO M.S. (2010b): *Effect of Punica granatum solvent extracts on immune system and disease resistance in Paralichthys olivaceus against lymphocystis disease virus (LDV)*, «Fish & Shellfish Immunology», 30, pp. 1-6.
- HARIKRISHNAN R., HEO J., BALASUNDARAM C., KIM M.C., KIM J.S., HAN Y.J., HEO M.S. (2010c): *Effect of traditional Korean medicinal (TKM) triherbal extract on the innate immune system and disease resistance in Paralichthys olivaceus against Uronema marinum*, «Veterinary Parasitology», 170, pp. 1-7.
- HARIKRISHNAN R., RANI M.N., BALASUNDARAM C. (2003): *Hematological and biochemical parameters in common carp, Cyprinus carpio, following herbal treatment for Aeromonas hydrophila infection*, «Aquaculture», 221, pp. 41-50.
- IMMANUEL G., UMA R.P., IYAPPARAJ P., CITARASU T., PUNITHA P.S.M., MICHAEL B.M., PALAVESAM A. (2009): *Dietary medicinal plant extracts improve growth, immune activity and survival of tilapia Oreochromis mossambicus*, «Journal of Fish Biology», 74, pp. 1462-1475.
- JENEY G., YIN G., ARDÒ L., JENEY Z. (2009): *The use of immunostimulating herbs in fish. An overview of research*, «Fish Physiology Biochemistry», 35, pp. 669-676.
- JI S.C., TAKAOKA O., JEONG G.S., LEE S.W., ISHIMARU K., SEOKA M., TAKII K. (2007): *Dietary medicinal herbs improve growth and some non-specific immunity of red sea bream Pagrus major*, «Fisheries Science», 73, pp. 63-69.
- JIAN J., WU Z. (2003): *Effects of traditional Chinese medicine on non-specific immunity and disease resistance of large yellow croaker, Pseudosciaena crocea (Richardson)*, «Aquaculture», 218, pp. 1-9.
- JIAN J., WU Z. (2004): *Influences of traditional Chinese medicine on non-specific immunity of Jian carp (Cyprinus carpio var. Jian)*, «Fish & Shellfish immunology», 16, pp. 185-191.
- KARAGOUNI E., ATHANASSOPOULOU F., LYTRA A., KOMIS C., DOTSIKA E. (2005): *Anti-parasitic and immunomodulatory effect of innovative treatments against Myxobolus sp. infection in Diplodus puntazzo*, «Veterinary Parasitology», 134, pp. 215-228.
- KIM K.H., HWANG Y.J., BAI S.C. (1999): *Resistance to Vibrio alginolyticus in juvenile rockfish (Sebastes schlegeli) fed diets containing different doses of aloe*, «Aquaculture», 180, pp. 13-21.
- KIRUBAKARAN C.J.W., ALEXANDER C.P., MICHAEL R.D. (2010): *Enhancement of non-specific immune responses and disease resistance on oral administration of Nyctanthes arborescens seed extract in Oreochromis mossambicus (Peters)*, «Aquaculture Research», in stampa.
- KOLANJINATHAN K., GANESH P., GOVINDARAJAN M. (2009): *Antibacterial activity of ethanol extracts of seaweeds against fish bacterial pathogens*, «European Review for Medical and Pharmacological Sciences», 13, pp. 173-177.
- LE BRETON A.D. (2009): *Vaccines in Mediterranean aquaculture: practice and needs*, in *The use of veterinary drugs and vaccines in Mediterranean aquaculture*, «Options Méditerranéennes», A / no. 86.
- LOGAMBAL S.M., VENKATALAKSHMI S., MICHAEL R.D. (2000): *Immunostimulatory effect of leaf extract of Ocimum sanctum Linn. in Oreochromis mossambicus (Peters)*, «Hydrobiologia», 430, pp. 113-120.
- MAGNADOTTIR B. (2010): *Immunological control of fish diseases*, «Marine Biotechnology», 12, pp. 361-379.
- MOHAMAD S., ABASALI H. (2010): *Effect of plant extracts supplemented diets on immunity and resistance*, «Agricultural Journal», 5, pp. 119-127.

- MUNIRUZZAMAN M., CHOWDHURY M.B.R. (2004): *Sensitivity of fish pathogenic bacteria to various medicinal herbs*, «Bangladesh Journal Veterinary Medicine», 2, pp. 75-82.
- NDONG D., FALL J. (2007): *The effect of garlic (Allium sativum) on growth and immune response of hybrid tilapia (Oreochromis niloticus & Oreochromis aureus)*, «Document Scientifique du CRODT», pp. 1-22.
- NYA E.J., AUSTIN B. (2009A): *Use of garlic, Allium sativum, to control Aeromonas hydrophila infection in rainbow trout, Oncorhynchus mykiss (Walbaum)*, «Journal of Fish Diseases», 32, pp. 963-970.
- NYA E.J., AUSTIN B. (2009B): *Use of dietary ginger, Zingiber officinale Roscoe, as an immunostimulant to control Aeromonas hydrophila infections in rainbow trout, Oncorhynchus mykiss (Walbaum)*, «Journal of Fish Diseases», 32, pp. 971-977.
- PACHANAWAN A., PHUMKHACHORN P., RATTANACHAIKUNSOPON P. (2008): *Potential of Psidium guajava supplemented fish diets in controlling Aeromonas hydrophila infection in tilapia (Oreochromis niloticus)*, «Journal of Bioscience and Bioengineering», 5, pp. 419-424.
- PALAVESAM A., SHEEJA L., IMMANUEL G. (2006): *Antimicrobial properties of medicinal herbal extracts against pathogenic bacteria isolated from the infected grouper Epinephelus tauvina*, «Journal of Biological Research», 6, pp. 167-176.
- PUNITHA S.M.J., BABU M.M., SIVARAM V., SHANKAR V.S., DHAS S.A., MAHESH T.C., IMMANUEL G., CITARASU T. (2008): *Immunostimulating influence of herbal biomedicines on non-specific immunity in grouper Epinephelus tauvina juvenile against Vibrio harveyi infection*, «Aquaculture International», 16, pp. 511-523.
- RAJENDIRAN A., NATARJAN E., SUBRAMANIAN P. (2008): *Control of Aeromonas hydrophila infection in spotted snakehead Channa punctatus, by Solanum nigrum L., a medicinal plant*, «Journal of the World Aquaculture Society», 39, pp. 375-383.
- RATTANACHAIKUNSOPON P., PHUMKHACHORN P. (2007): *Bacteriostatic effect of flavonoids isolated from leaves of Psidium guajava on fish pathogens*, «Fitoterapia», 78, pp. 434-436.
- RATTANACHAIKUNSOPON P., PHUMKHACHORN P. (2009A): *Potential of Chinese chive oil as a natural antimicrobial for controlling Flavobacterium columnare infection in Nile tilapia Oreochromis niloticus*, «Fish Science», 75, pp. 1431-1437.
- RATTANACHAIKUNSOPON P., PHUMKHACHORN P. (2009B): *Prophylactic effect of Andrographis paniculata extracts against Streptococcus agalactiae infection in Nile tilapia (Oreochromis niloticus)*, «Journal of Bioscience and Bioengineering», 107, pp. 579-582.
- RATTANACHAIKUNSOPON P., PHUMKHACHORN P. (2010A): *Potential of cinnamon (Cinnamomum verum) oil to control Streptococcus iniae infection in tilapia (Oreochromis niloticus)*, «Fish Science», 76, pp. 287-293.
- RATTANACHAIKUNSOPON P., PHUMKHACHORN P. (2010B): *Use of Asiatic pennywort Centella asiatica aqueous extract as a bath treatment to control columnaris in Nile tilapia*, «Journal of Aquatic Animal Health», 22, pp. 14-20.
- RATTANACHAIKUNSOPON P., PHUMKHACHORN P. (2010C): *Effect of Cratoxylum formosum on innate immune response and disease resistance against Streptococcus agalactiae in tilapia Oreochromis niloticus*, «Fish Science», 76, pp. 653-659.
- RODRIGUEZ A., CUESTA A., ESTEBAN M.A., MESEGUER J. (2004): *The effect of dietary administration of the fungus Mucor circinelloides on nonspecific immune responses of gilthead seabream*, «Fish & Shellfish Immunology», 16, pp. 241-249.
- RODGERS C.J. (2009): *The risks associated with the use of veterinary drugs and chemicals in aquaculture: assessment and control*, in *The use of veterinary drugs and vaccines in Mediterranean aquaculture*, «Options Méditerranéennes», A / no. 86.

- SAHU S., DAS B.K., MISHRA B.K., PRADHAN J., SARANGI N. (2007A): *Effect of Allium sativum on the immunity and survival of Labeo rohita infected with Aeromonas hydrophila*, «Journal of Applied Ichthyology», 23, pp. 80-86.
- SAHU S., DAS B.K., PRADHAN J., MOHAPATRA B.C., MISHRA B.K., SARANGI N. (2007B): *Effect of Mangifera indica kernel as a feed additive on immunity and resistance to Aeromonas hydrophila in Labeo rohita in fingerlings*, «Fish & Shellfish Immunology», 23, pp. 109-118.
- SAHU S., DAS B. K., MISHRA B. K., PRADHAN J., SAMAL S. K. AND SARANGI N. (2008): *Effect of dietary Curcuma longa on enzymatic and immunological profiles of rohu, Labeo rohita (Ham.), infected with Aeromonas hydrophila*, «Aquaculture Research», 39, pp. 1720-1730.
- SAKAI M. (1999): *Current research status of fish immunostimulant*, «Aquaculture», 172, pp. 63-92.
- SCOZZOLI M. (2004): *Fitoterapia veterinaria*, «Natural», 1, pp. 30-34.
- SHALABY A.M., KHATTAB Y.A., ABDEL RAHMAN A.M. (2006): *Effects of garlic (Allium sativum) and chloramphenicol on growth performance, physiological parameters and survival of Nile tilapia (Oreochromis niloticus)*, «Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases», 12, pp. 172-201.
- SHARMA A., DEO A.D., RITESHKUMAR S.T., CHANU T.I., DAS A. (2010): *Effect of Withania somnifera (L. Dunal) root as a feed additive on immunological parameters and disease resistance to Aeromonas hydrophila in Labeo rohita (Hamilton) fingerlings*, «Fish & Shellfish Immunology», 29, pp. 508-512.
- SIVARAM V., BABU M.M., IMMANUEL G., MURUGADASS S., CITARASU T., MARIAN M.P. (2004): *Growth and immune response of juvenile greasy groupers (Epinephelus tauvina) fed with herbal antibacterial active principle supplemented diets against Vibrio harveyi infections*, «Aquaculture», 237, pp. 9-20.
- SOLTANI M., SHEIKHZADEH N., EBRAHIMZADEH-MOUSAVI H. A. AND ZARGAR A. (2010): *Effects of Zataria multiflora essential oil on innate immune responses of Common Carp (Cyprinus carpio)*, «Journal of Fisheries and Aquatic Science», 5, pp. 191-199.
- SUDHAKARAN D.S., SRIREKHA P., DEVASREE L.D., PREMSINGH S., MICHAEL R.D. (2006): *Immunostimulatory effect of Tinospora cordifolia Miers leaf extract in Oreochromis mossambicus*, «Indian Journal of Experimental Biology», 44, pp. 726-732.
- TAL A., SINAI T., FROYMAN N., ABUTBUL S., ZILBERG D. (2007): *Rosemary (Rosmarinus officinalis) as a natural therapeutant for fish: study the plant's antibacterial properties and its effect on immune function and growth in tilapia (Oreochromis sp.)*, Atti 13th International Conference of EAAP, Grado (Italy). 17-22 settembre, pp. 347.
- TORANZO A.E., ROMALDE J.L., MAGARIÑOS B., BARJA J.L. (2009): *Present and future of aquaculture vaccines against fish bacterial diseases*, in *The use of veterinary drugs and vaccines in Mediterranean aquaculture*, «Options Méditerranéennes», A / no. 86.
- TURKER H., YILDIRIM A.B., KARAKAS F.P. (2009A): *Sensitivity of bacteria isolated from fish to some medicinal plants*, «Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences», 9, pp. 181-186.
- TURKER H., YILDIRIM A.B., KARAKAS F.P., KÖYLÜOĞLU H. (2009B): *Antibacterial activities of extracts from some Turkish endemic plants on common fish pathogens*, «Turkish Journal of Biology», 33, pp. 73-78.
- ULUKÖY G., KUBILAY A., DILER Ö., DIDINEN B.I., ALTUN S., MAMMADOV R., EKICI S., DULLUÇ A. (2007): *Immunostimulant effects of Muscari comosum (L.) miller plant extract in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss)*, Atti 13th International Conference of EAAP, Grado (Italy). 17-22 settembre, pp. 110.

- VASUDEVA RAO Y., CHAKRABARTI R. (2004): *Enhanced anti-proteases in Labeo rohita fed with diet containing herbal ingredients*, «Indian Journal of Clinical Biochemistry», 19, pp. 132-134.
- VASUDEVA RAO Y., CHAKRABARTI R. (2005A): *Stimulation of immunity in Indian major carp Catla catla with herbal feed ingredients*, «Fish & Shellfish Immunology», 18, pp. 327-334.
- VASUDEVA RAO Y., CHAKRABARTI R. (2005B): *Dietary incorporation of Achyranthes aspera seed influences the immunity of common carp Cyprinus carpio*, «Indian Journal of Animal Sciences», 75, pp. 1097-1102.
- VASUDEVA RAO Y., DAS B. K., JYOTIRMAYEE P., CHAKRABARTI R. (2006): *Effect of Achyranthes aspera on the immunity and survival of Labeo rohita infected with Aeromonas hydrophila*, «Fish & Shellfish Immunology», 20, pp. 263-273.
- VASUDEVA RAO Y., ROMESH M., SINGH A., CHAKRABARTI R. (2004): *Potentiation of antibody production in Indian major carp Labeo rohita, rohu, by Achyranthes aspera as a herbal feed ingredient*, «Aquaculture», 238, pp. 67-73.
- WATANUKI H., OTA K., TASSAKKA M.A.C.A.R., KATO T., SAKAI M. (2006): *Immunostimulant effects of dietary Spirulina platensis on carp, Cyprinus carpio*, «Aquaculture», 258, pp. 157-163.
- WEI L.S., MUSA N., SENG M. C.T., WEE W., SHAZILI N.A.M. (2008): *Antimicrobial properties of tropical plants against 12 pathogenic bacteria isolated from aquatic organisms*, «African Journal of Biotechnology», 7, pp. 2275-2278.
- WU C.C., LIU C.H., CHANG Y.P., HSIEH S.L. (2010): *Effects of hot-water extract of Toona sinensis on immune response and resistance to Aeromonas hydrophila in Oreochromis mossambicus*, «Fish & Shellfish Immunology», 29, pp. 258-263.
- WU G., YUAN C., SHEN M., TANG J., GONG Y., LI D., SUN F., HUANG C., HAN X. (2007): *Immunological and biochemical parameters in carp (Cyprinus carpio) after Qompsell feed ingredients for long-term administration*, «Aquaculture Research», 38, pp. 246-255.
- XIE J., LIU B., ZHOU Q., SU Y., HE Y., PAN L., GE X., XU P. (2008): *Effects of anthraquinone extract from rhubarb Rheum officinale bail on the crowding stress response and growth of common carp Cyprinus carpio var. Jian*, «Aquaculture», 281, pp. 5-11.
- YIAGNISIS M., ALEXIS M.N., BITCHAVA K., GOVARIS A., ATHANASSOPOULOU F. (2009): *Effect of dietary oregano essential oil supplementation on combined infections by pathogenic bacteria- parasites (sea lice and copepods) in European sea bass Dicentrarchus labrax L.*, Atti 14th International Conference of EAAP, Praga (Repubblica Ceca), 14-19 settembre, pp. 139.
- YIN G., ARDÒ L., THOMPSON K.D., ADAMS A., JENEY Z., JENEY G. (2009): *Chinese herbs (Astragalus radix and Ganoderma lucidum) enhance immune response of carp, Cyprinus carpio, and protection against Aeromonas hydrophila*, «Fish & Shellfish Immunology», 26, pp. 140-145.
- YIN G., JENEY G., RACZ T., XU P., JUN X., JENEY Z. (2006): *Effect of two Chinese herbs (Astragalus radix and Scutellaria radix) on non-specific immune response of tilapia, Oreochromis niloticus*, «Aquaculture», 253, pp. 39-47.
- ZHANG G., GONG S., YU D., YUAN H. (2009): *Propolis and Herba Epimedii extracts enhance the non-specific immune response and disease resistance of Chinese sucker, Myxocyprinus asiaticus*, «Fish & Shellfish Immunology», 26, pp. 467-472.
- ZHENG Z.I., TAN J.Y.W., LIU H.Y., ZHOU X.H., XIANG X., WANG K.Y. (2009): *Evaluation of oregano essential oil (Origanum heracleoticum L.) on growth, antioxidant effect and resistance against Aeromonas hydrophila in channel catfish (Ictalurus punctatus)*, «Aquaculture», 292, pp. 214-218.

