

**Giovanni B. Palmegiano**

**Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari  
Consiglio Nazionale delle Ricerche**

**L'alimentazione in  
acquacoltura**

***CNR ISPA – Via Leonardo da Vinci 44, 10095 Grugliasco (TO)***

## *Di cosa parleremo oggi*

### *Prima parte:*

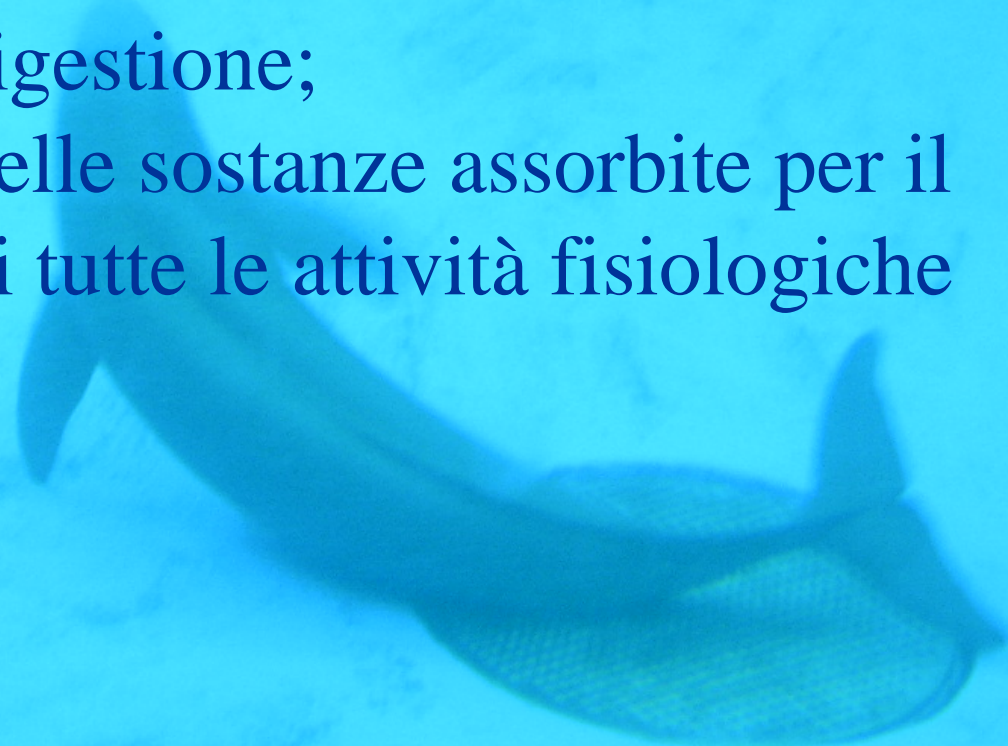
- Le materie prime
- Le farine e gli oli
- Le proteine
- Lipidi ed Eicosanoidi

### *Seconda parte:*

- Carboidrati
- Antiossidanti naturali
- Scelta dei mangimi
- Tecniche di alimentazione
- Meccanismi di controllo dell'alimentazione

La nutrizione, in acquacoltura, può essere definita attraverso i processi di:

- digestione degli alimenti;
- assorbimento delle sostanze nutritive liberate con la digestione;
- metabolismo delle sostanze assorbite per il mantenimento di tutte le attività fisiologiche dell'organismo.



## Dichiarazione di Bangkok (2000) sullo sviluppo acquacoltura nel 3° millennio

**La nutrizione e le strategie alimentari rivestono un ruolo centrale ed essenziale nella sostenibilità dello sviluppo del settore dell'acquacoltura.**

- uso efficiente delle risorse,
- miglioramento dell'efficienza di trasformazione
- riduzione dell'escrezione dei principi nutritivi.

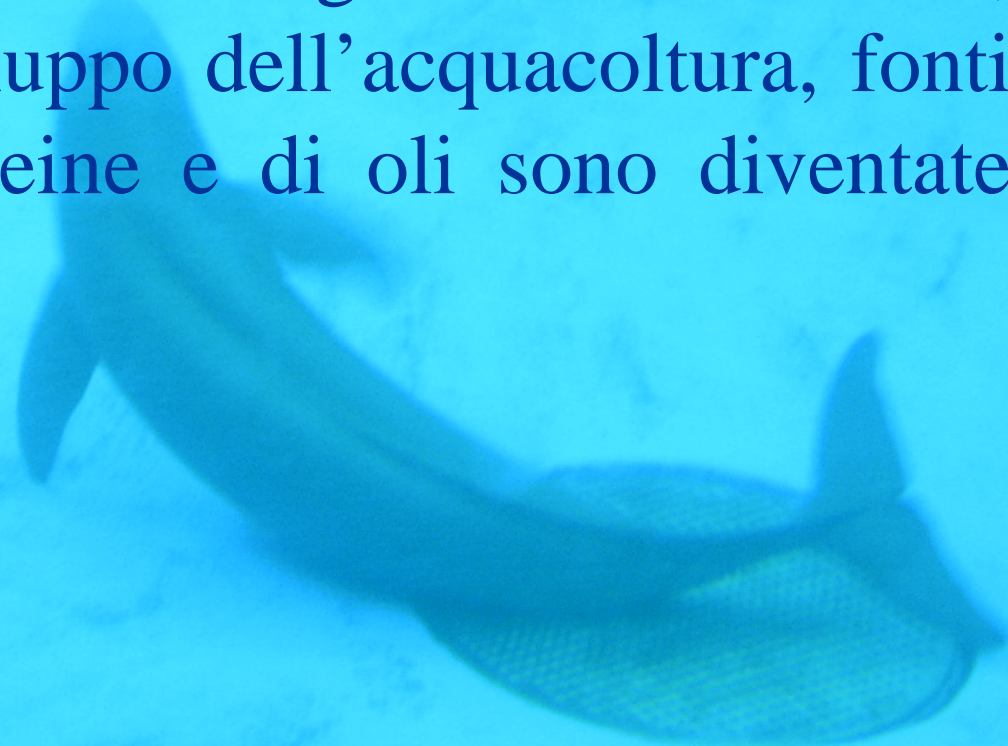
**diminuzione dell'uso delle farine di pesce**

**abbassare i costi,**

**evitare la concorrenza con altri settori,**

**ridurre la pressione sulle risorse naturali.**

La farina di pesce è una risorsa limitata per l'eccessivo sfruttamento degli stock naturali e, visto il rapido sviluppo dell'acquacoltura, fonti alternative di proteine e di oli sono diventate indispensabili.



## Qualità delle materie prime

### *Le farine di pesce – cosa sono?*

La farina di pesce è il risultato della lavorazione del pesce intero, pescato in alto mare, tramite pressatura, cottura e macinazione.

Con le nuove normative è proibito, nell'Unione Europea, l'utilizzo nei mangimi di farina di pesce prodotta con **materia prima a rischio** (es. pesci morti in allevamento). Solo una minima parte viene prodotta con gli scarti della lavorazione del pesce ad uso umano, e pertanto considerati a basso rischio, come per esempio quelli della lavorazione del tonno in scatola.

La farina di pesce è un componente essenziale dei mangimi usati in acquacoltura per i pesci carnivori, proprio perché derivati dal corpo intero di pesci.

La farina di pesce è caratterizzata da un buon rapporto PD/ED e da quantità adeguate di aminoacidi essenziali.

Una farina di pesce dovrebbe essere di norma esente da ogni contaminante per poter garantire la salubrità del prodotto finito che va al consumatore.

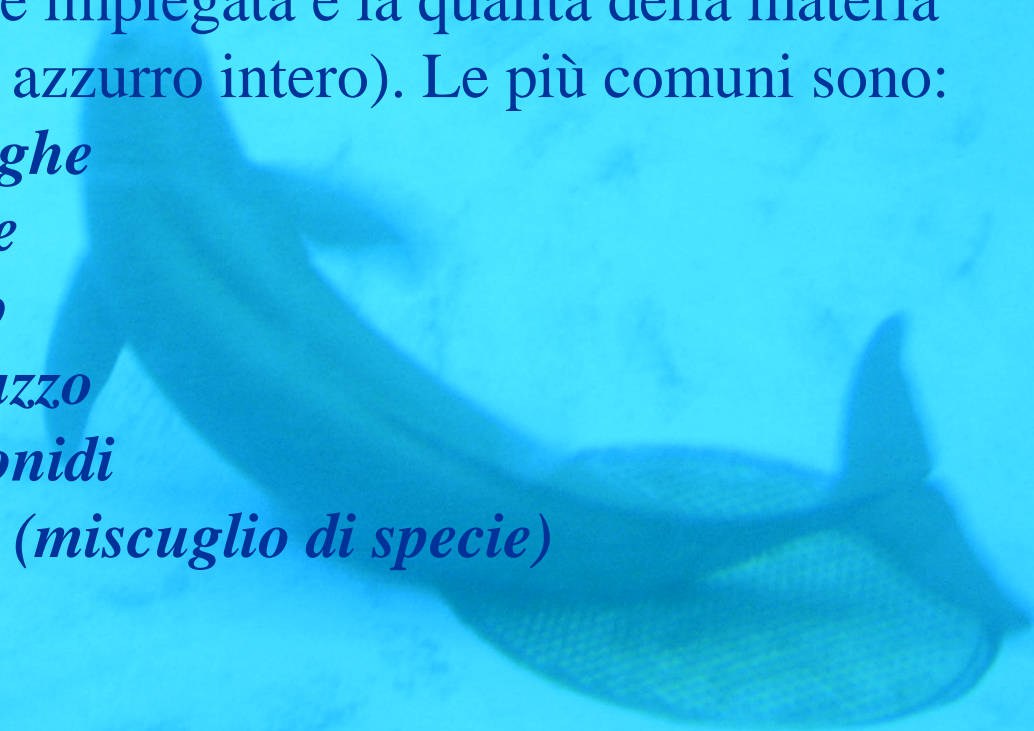
## *Ma di cosa stiamo parlando?*

**Pesce bianco del Mare del Nord**

**Acciughe del Sud America (Perù, Cile)**

Sono in commercio diverse **farine di pesce**, dove cambia ovviamente la specie impiegata e la qualità della materia (scarti, filetti, pesce azzurro intero). Le più comuni sono:

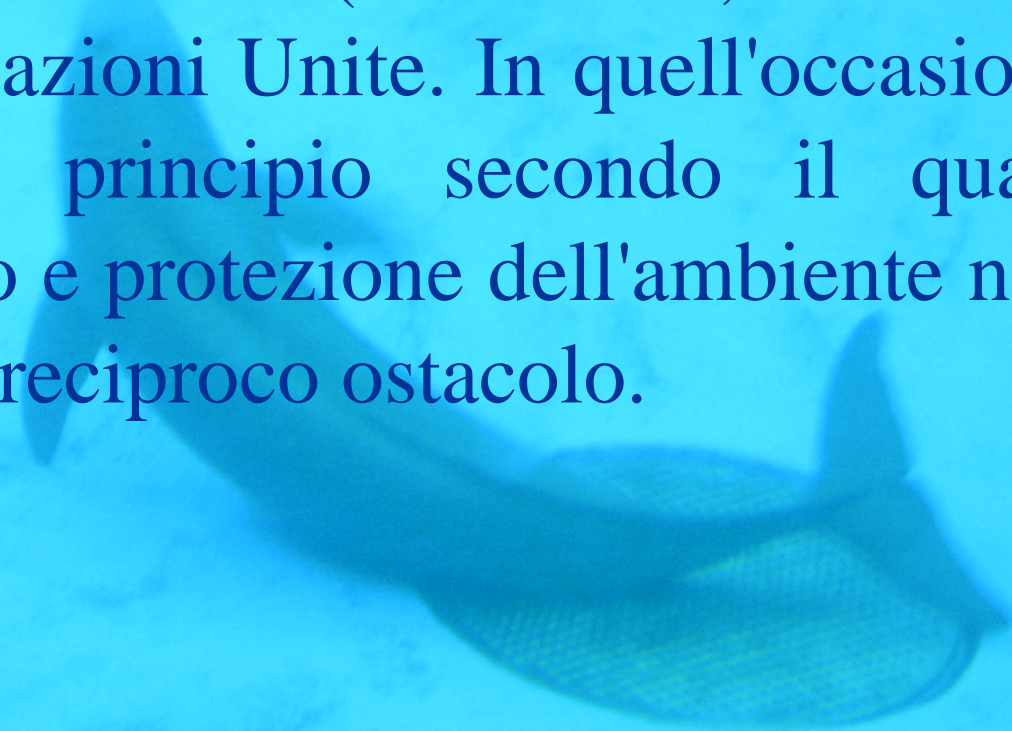
- *farina di acciughe*
- *Farina di sarde*
- *farina di tonno*
- *farina di merluzzo*
- *farina di salmonidi*
- *farina di pesce (miscuglio di specie)*



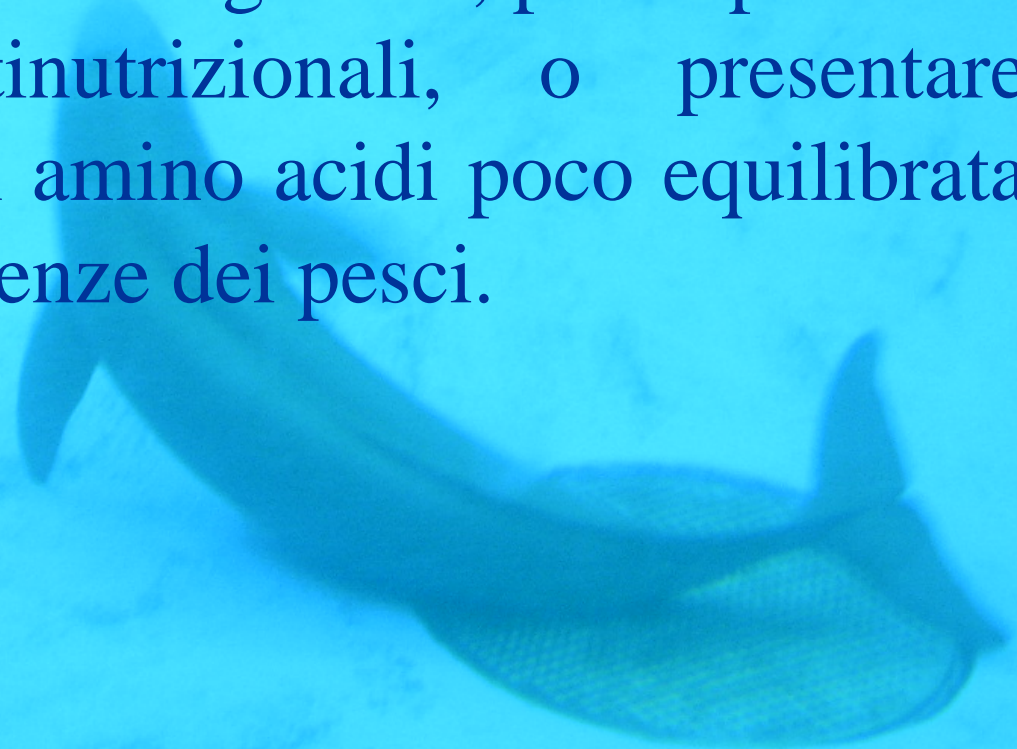


## Sostenibilità

Il concetto di sviluppo sostenibile fu inizialmente enunciato nella Prima Conferenza Mondiale sull'Ambiente Umano (Stoccolma, 1972), organizzata dalle Nazioni Unite. In quell'occasione venne stabilito il principio secondo il quale sviluppo economico e protezione dell'ambiente non dovevano essere di reciproco ostacolo.

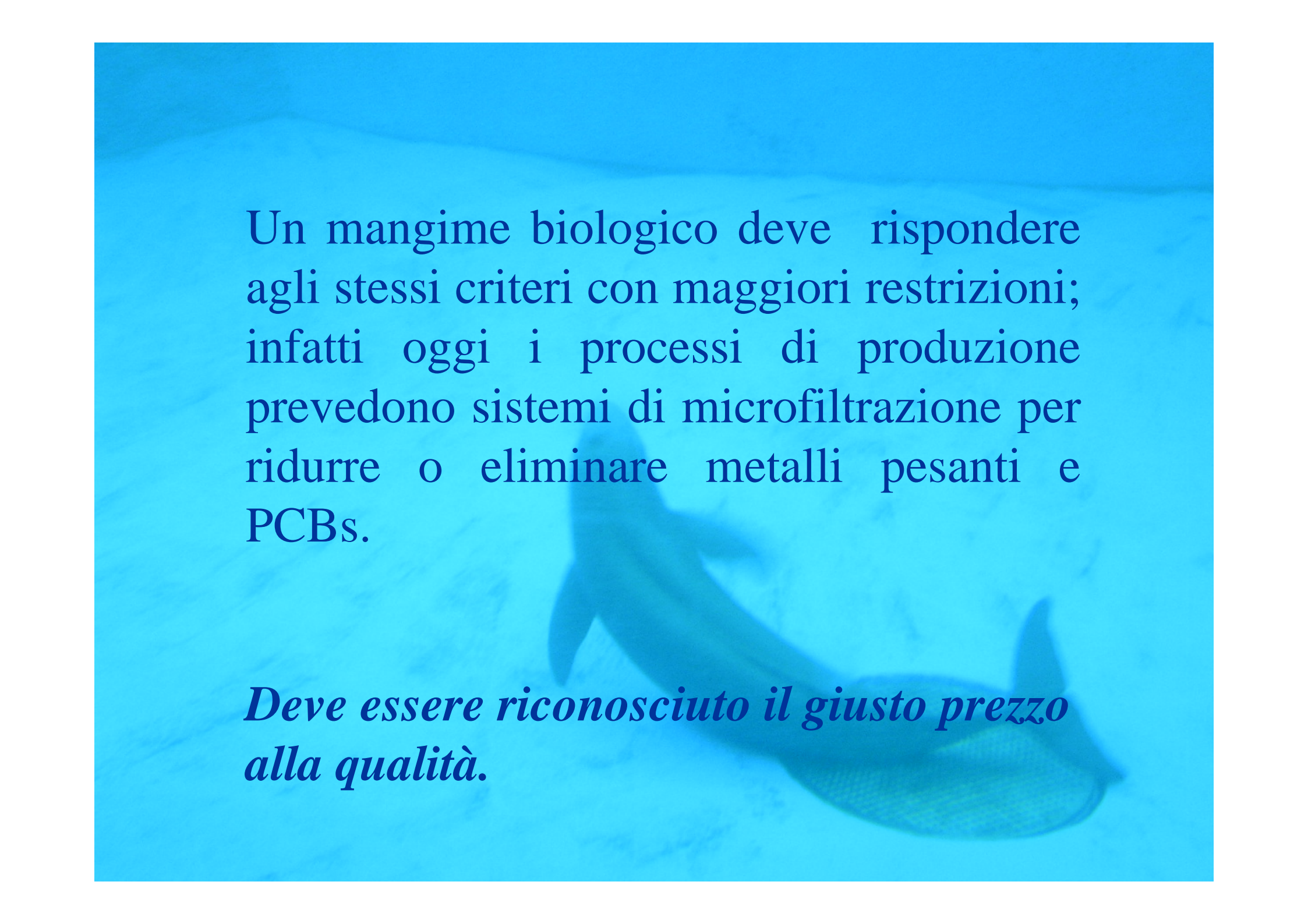


Il problema dell'uso, sempre più frequente, di ingredienti proteici vegetali è che essi possono essere poco digeribili, per la presenza di fattori antinutrizionali, o presentare composizione in amino acidi poco equilibrata rispetto alle esigenze dei pesci.



## *Confronto di PCB in aringhe di diversa provenienza*

<b>NAZIONE</b>	<b>ANNO</b>	<b>MARE</b>	<b>µg/kg</b>
<b>Norvegia</b>	<b>1990</b>	<b>Norvegese</b>	<b>13</b>
<b>Norvegia</b>	<b>1996</b>	<b>M. del Nord</b>	<b>13</b>
<b>U.K.</b>	<b>1995-96</b>	<b>Vari</b>	<b>44</b>
<b>Svezia</b>	<b>1992-93</b>	<b>Atlantico</b>	<b>17</b>
<b>Svezia</b>	<b>1992-93</b>	<b>Baltico</b>	<b>55</b>



Un mangime biologico deve rispondere agli stessi criteri con maggiori restrizioni; infatti oggi i processi di produzione prevedono sistemi di microfiltrazione per ridurre o eliminare metalli pesanti e PCBs.

*Deve essere riconosciuto il giusto prezzo alla qualità.*

## **Come deve essere una farina di pesce?**

- Deve contenere almeno il 70% di proteina**
- Queste proteina deve essere digeribile  
almeno all'85-90%**
- Deve contenere almeno il 10% di lipidi,  
anche questi altamente digeribili**

# Trimmings

Il recupero degli scarti di macellerie delle aziende che sfilettano e toelettano il pesce sembrava poter rappresentare un nuovo ambito di ricerca, ma è emerso che già oggi quegli scarti sono raccolti da aziende che producono alimenti per cani.



C'è ancora qualche materia prima che può essere studiata: il krill dei mari artici, forse le meduse che ormai dominano molti mari freddi, le piante acquatiche, le alghe, micro e macro. Per queste ultima va risolto il problema dei costi di produzione in reattori e una raccolta in mare aperto, dove hanno ciclicamente dei bloom, è sconsigliata per la presenza di tossine molto pericolose.



## Le farine vegetali

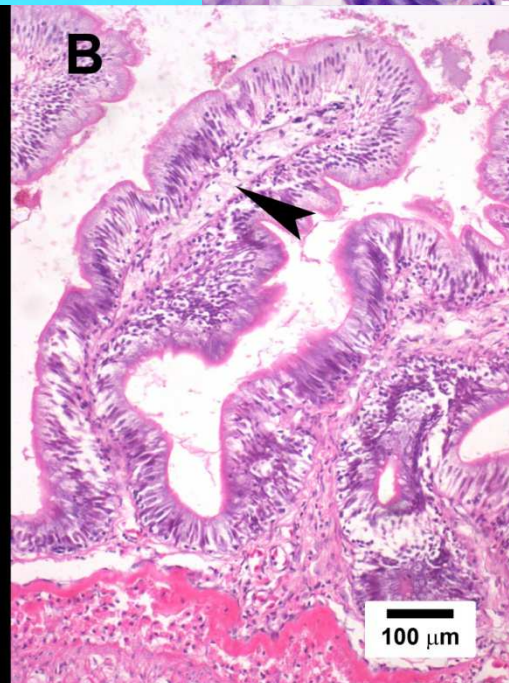
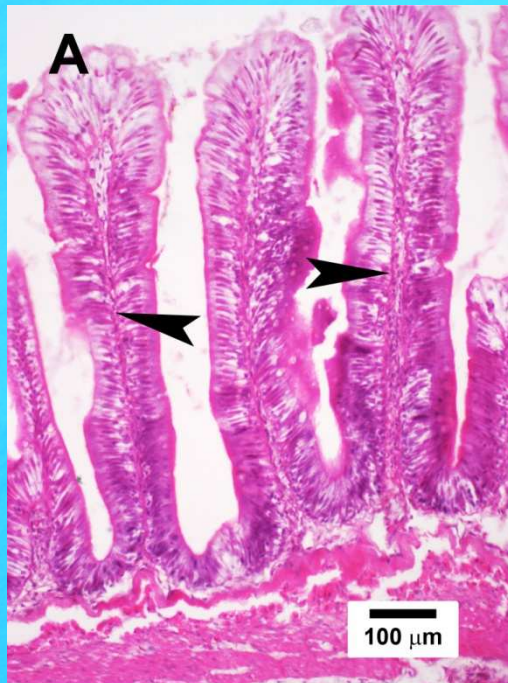
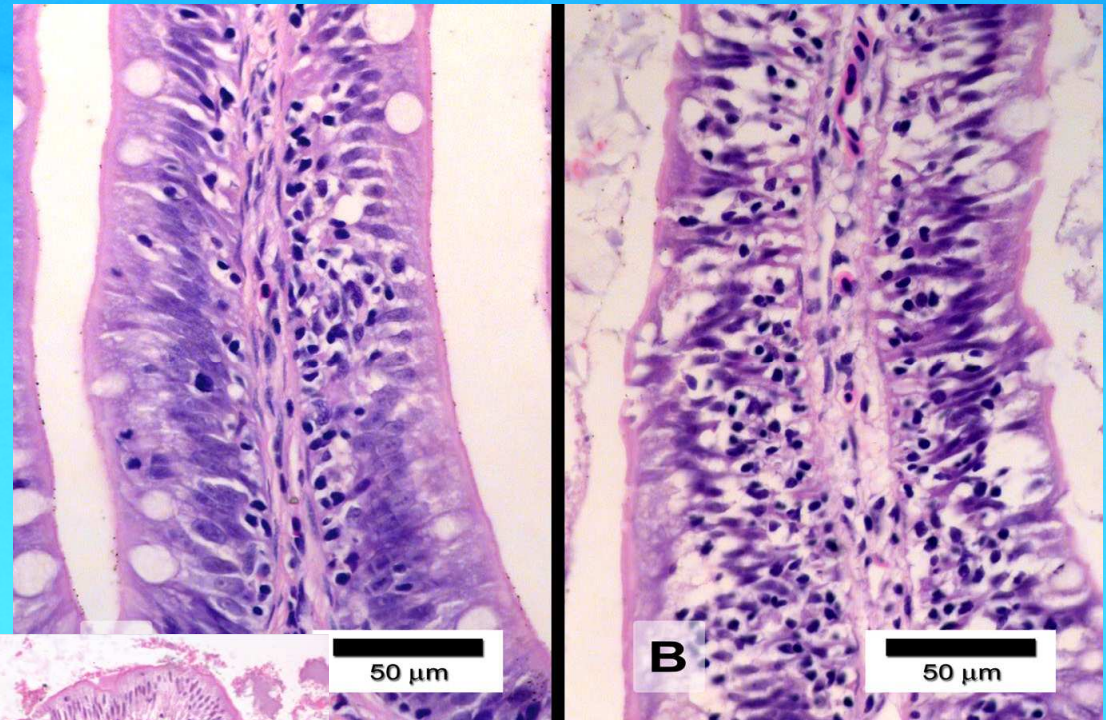
Le farine proteiche vegetali rispondono ad un criterio di maggiore sostenibilità, ma anche queste potenzialmente contaminate, per esempio dai residui di pesticidi.

Quindi altrettanta attenzione va data alla catena di produzione di questi concentrati proteici.

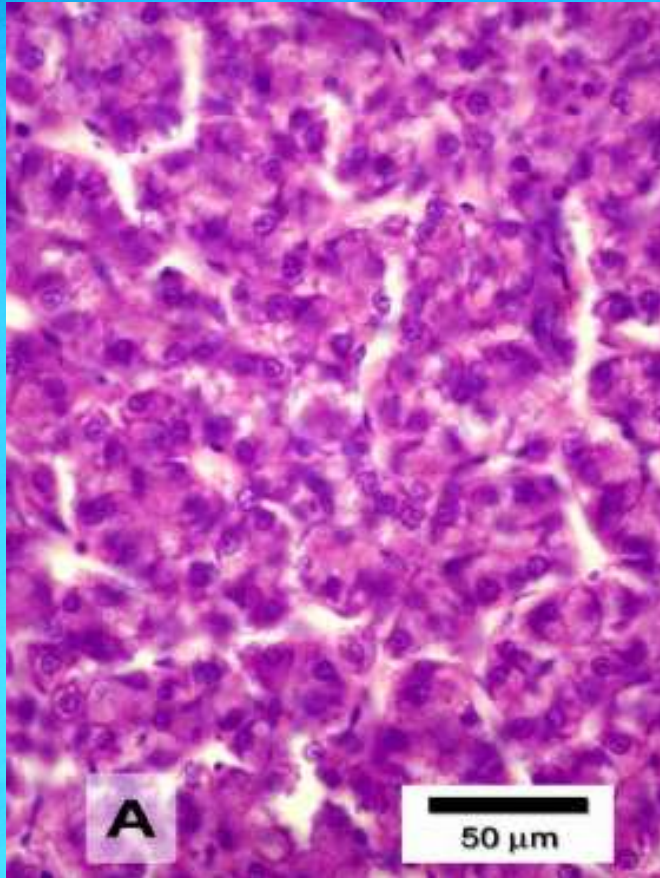
*In condizioni limite possono anche alterare la struttura delle cellule del tratto digerente.*



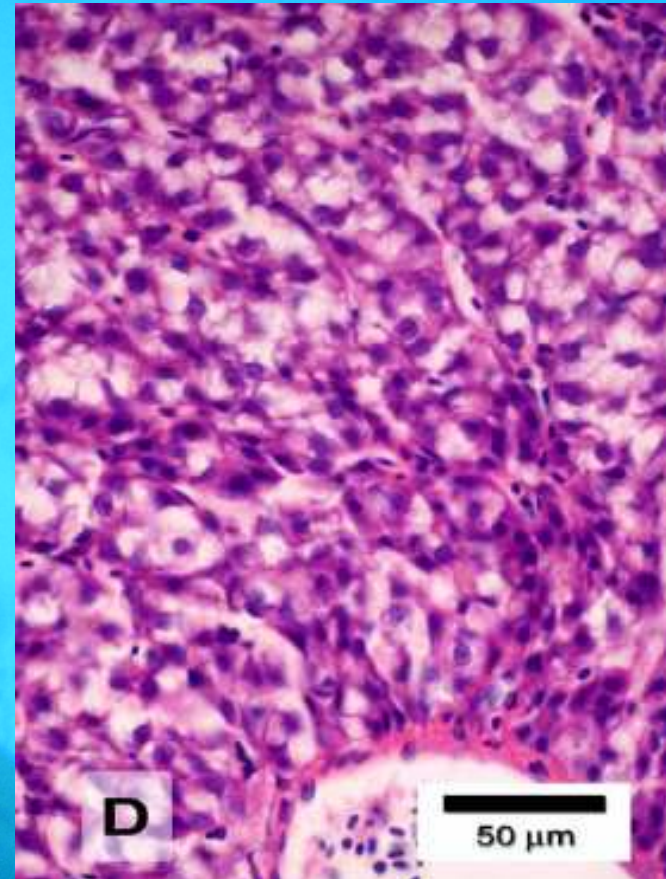
*Effetto della farina di soia*



## Sezioni di fegato



Normale



Alterato

**Non tutte le specie hanno la stessa capacità di utilizzare le fonti proteiche vegetali, inoltre la risposta può variare in funzione dei trattamenti tecnologici applicati**

**alle materie prime**

**fino al 100% con soia nella trota**

**fino al 30% con lupino nella trota**

**fino al 40% con riso nella trota**

**fino al 20% con glutine di mais nel rombo**

**fino al 60% con soia nel branzino**

**.....**

**I principali limiti sono rappresentati da: titolo proteico, ANF, contenuto in NSP, effetti sul apparato digestivo .....**

# Mitigare l'eventuale effetto negativo delle fonti proteiche di origine vegetale?

Aggiunta di componenti essenziali contenuti nelle fonti proteiche di origine marina

Idrolisati di pesce a basso peso molecolare

PG > 90%

Lipidi < 1%

Peptidi 5000-10000 Da 3-4%

1000- 5000 1-1.1%

100- 1000 3-4%

< 100 1.5%

Anserina

1

-2%

Taurina

0.5-1%

## Livello proteico ottimale (%SS)

### Pesci di acqua dolce

<b>Carpa comune</b>	<b>31-38</b>
<b>Pesce gatto</b>	<b>32-36</b>
<b>Tilapia sp.</b>	<b>30-40</b>
<b>Storione</b>	<b>40</b>
<b>Trota iridea</b>	<b>40</b>

### Pesci di mare

<b>Salmoni</b>	<b>40-45</b>
<b>Orata</b>	<b>40</b>
<b>Branzino</b>	<b>45-50</b>
<b>Rombo</b>	<b>55</b>
<b>Sogliola</b>	<b>50</b>

# Materie prime vegetali per la sostituzione della farina di pesce

**Glutine di mais**

**Storione**

**Trota iridea**

**Concentrato proteico**

**- Riso**

**Pagello bogaraveo  
e Trota**

**- Pisello**

**Storione**

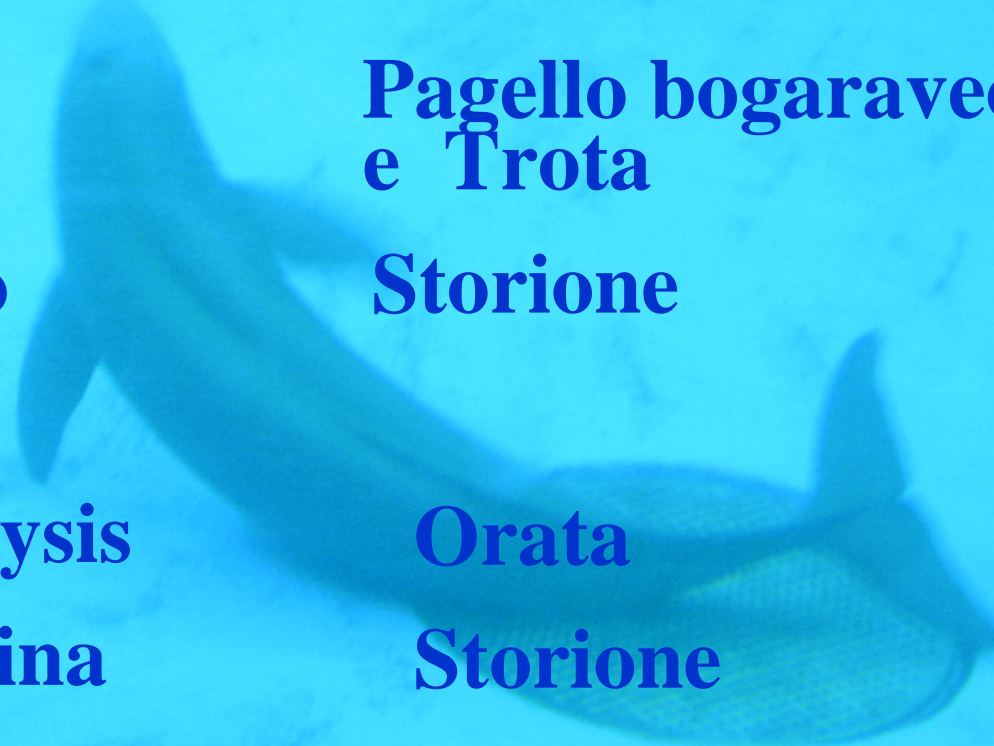
**Microalghe:**

**- Isochrysis**

**Orata**

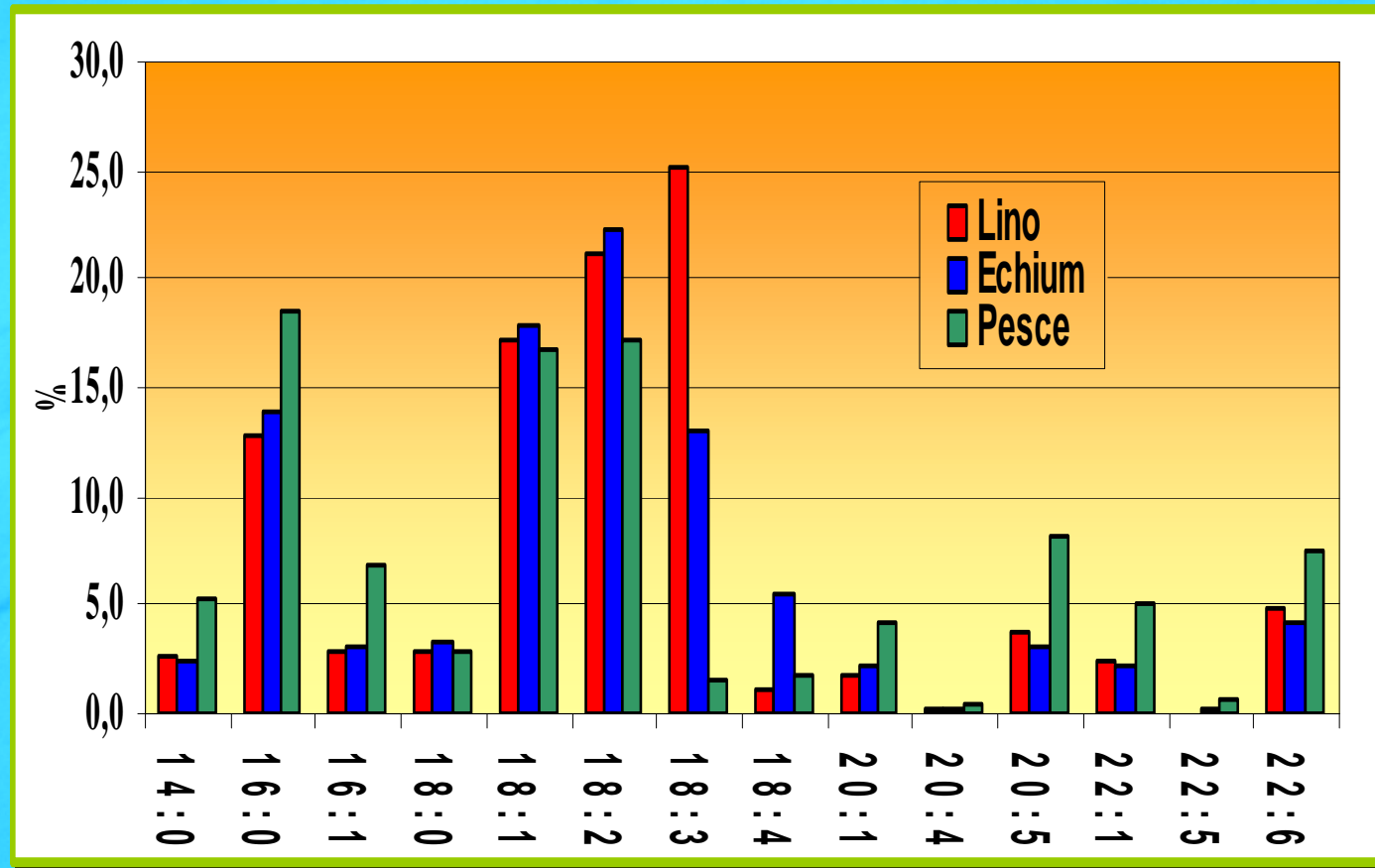
**- Spirulina**

**Storione**



# Gli Oli

L'olio di pesce è ricco di acidi grassi essenziali necessari per le membrane cellulari e la corretta crescita dei loro tessuti.



# Oli e prodotti vegetali per la sostituzione dell'olio di pesce

Mais

Echium

Enotera

Borragine

Semi di lino

Stearina di tonno

Soia

Arachidi

Storione e Trota

Storione

Storione

Storione

Pagello bogaraveo

Storione

Trota

Trota



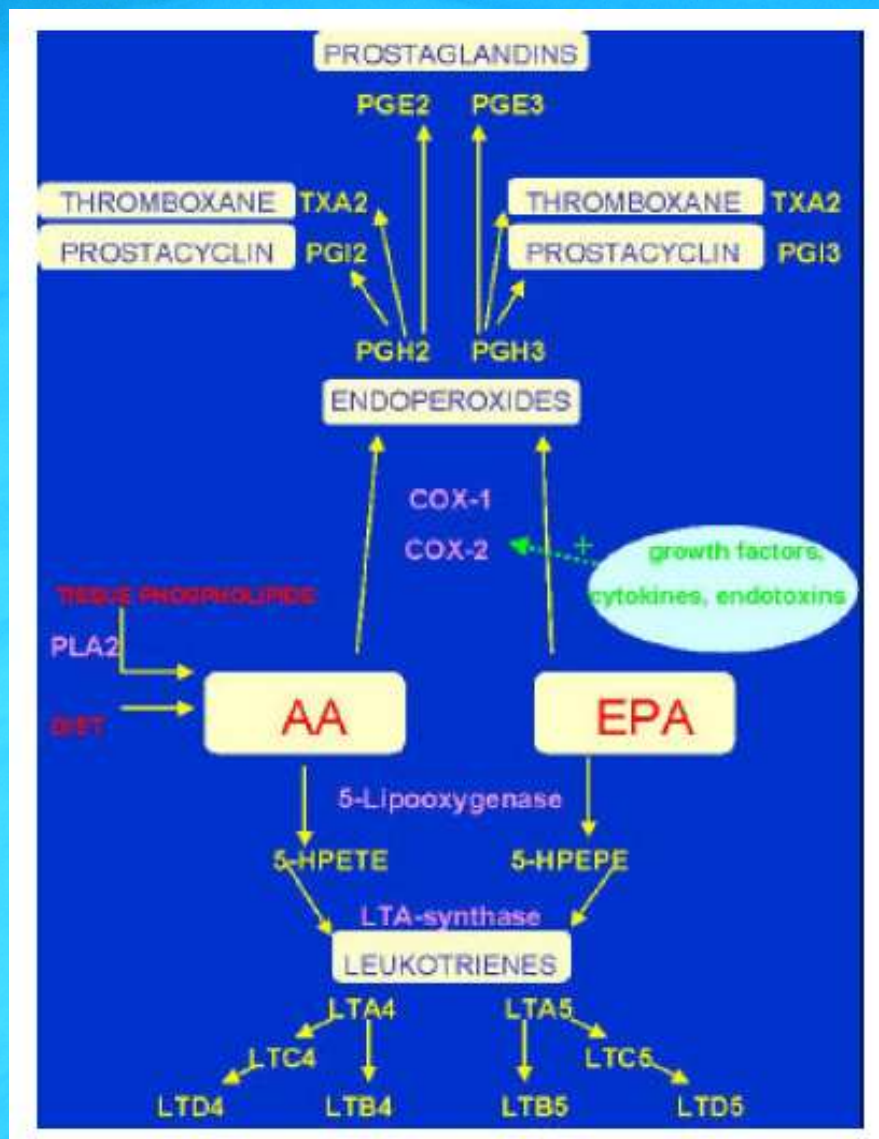


	<b>Soia</b>	
	<b>Olio</b>	<b>Filetti</b>
<b>C16:0</b>	12.32	17.40
<b>C18:0</b>	4.20	4.51
<b>Oleico</b>	20.89	19.92
<b>Linoleico</b>	55.49	19.19
<b>C18:3n3</b>	5.47	0.96
<b>EPA</b>	-	2.62
<b>DHA</b>	-	12.96
<b>SFA</b>	17.24	32.28
<b>MUFA</b>	21.78	38.39
<b>PUFA</b>	60.97	29.22

Gli eicosanoidi sono importanti mediatori di numerose reazioni cellulari. Prostaglandine, trombossani e leucotrieni derivano tutti dal metabolismo degli acidi grassi n-3 e n-6 attraverso reazioni catalizzate dagli enzimi ciclossigenasi e lipossigenasi.

Gli eicosanoidi derivati da EPA posseggono un'importante attività anti-aggregante piastrinica, antiaterogena, antinfiammatoria e antitrombotica.

Gli eicosanoidi derivati da AA hanno la capacità di aumentare le reazioni allergiche, la proliferazione cellulare, la pressione sanguigna, le reazioni infiammatorie, l'aggregazione piastrinica e accrescono il colesterolo LDL.



Più acidi grassi  $\Omega 3$

Più prostaglandine, trombossani della serie 3 e Leucotrieni della serie 5.

Più acidi grassi  $\Omega 6$

Più prostaglandine, trombossani della serie 2 e Leucotrieni della serie 4.

LNA, LA e OA competono per la  $\Delta 6$  desaturasi. LNA è un soppressore del metabolismo degli acidi grassi n-6, mentre occorrono una quantità dieci volte superiore di LA per la soppressione del metabolismo degli acidi grassi n-3.

# I Carboidrati

I pesci carnivori hanno amilasi poco efficienti ed occorre sottoporre questa particolare materia prima a trattamento tecnologico per renderli digeribili; fioccatatura, schiacciamento, espansione, estrusione sono i trattamenti più frequentemente usati. Ognuno di questi processi provoca una gelatinizzazione degli amidi, più o meno spinta, che migliora la digeribilità.

In ogni caso la quantità di carboidrati ha dei limiti, attorno al 20% dell'energia totale, oltre i quali si ha un aumento massiccio di deposizione lipidica nei visceri.

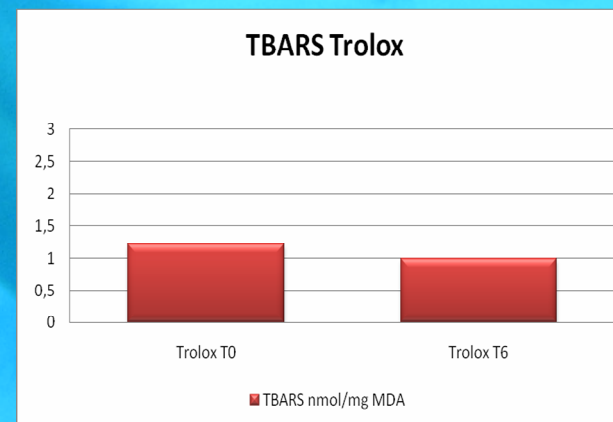
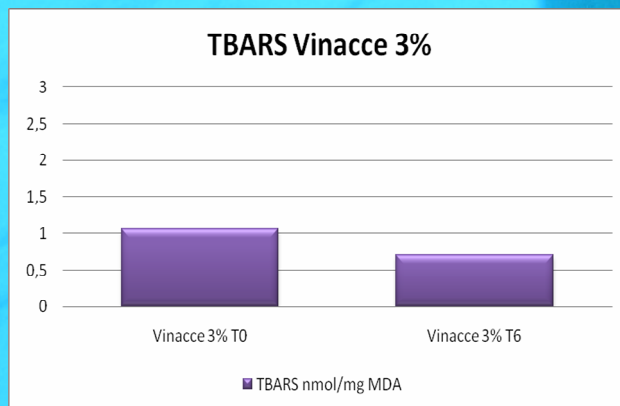
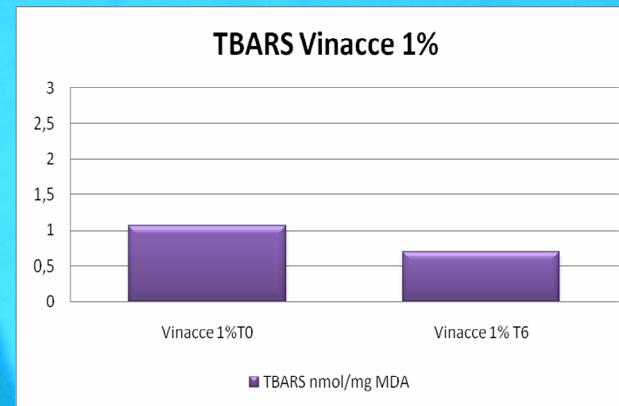
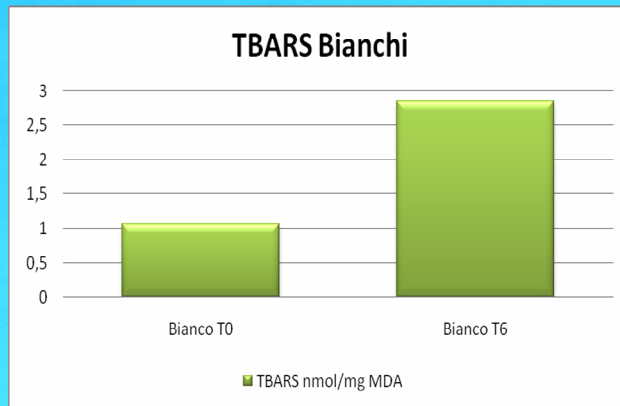
I glucidi hanno un ruolo energetico anche nei pesci e sono immagazzinati sotto forma di glicogeno.

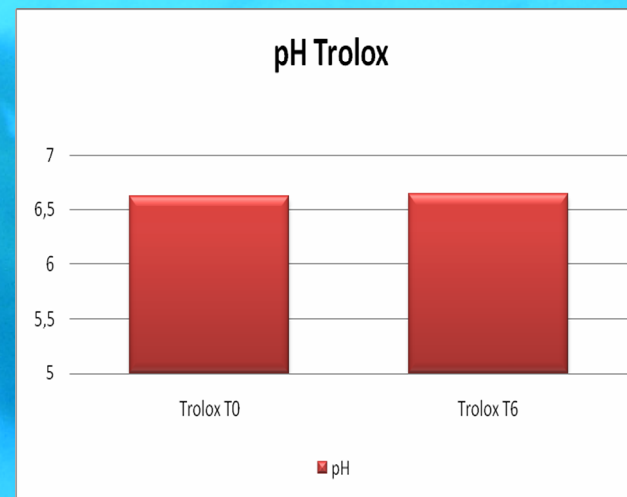
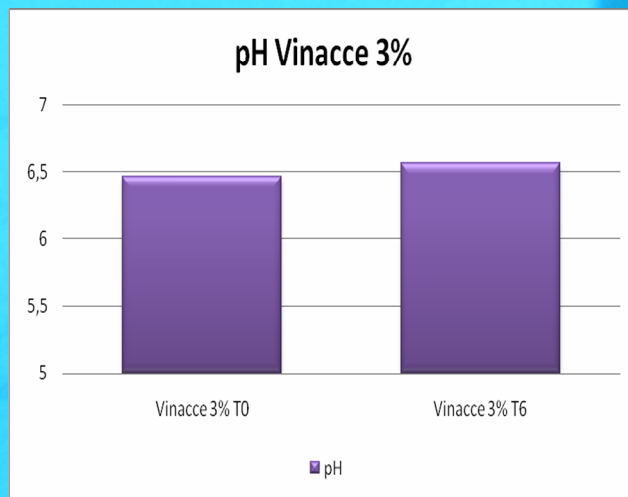
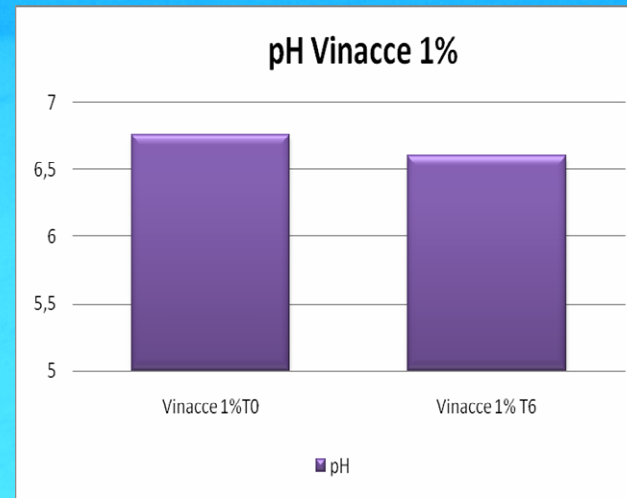
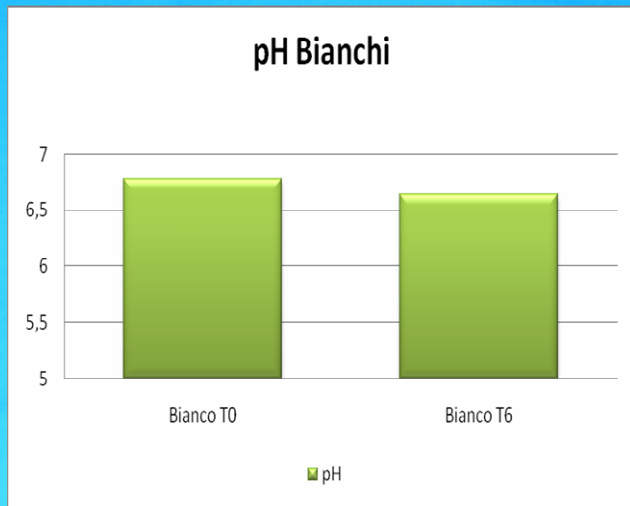
## **Gli Antiossidanti**

Un capitolo nuovo è quello riguardante le sostanze ad attività antiossidante; finora i prodotti di sintesi sono stati tollerati, ma la ricerca di alternative naturali sta procedendo e a breve potrebbero arrivare dei risultati.

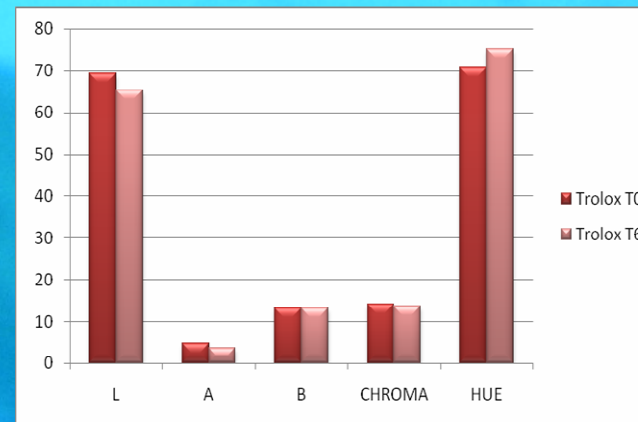
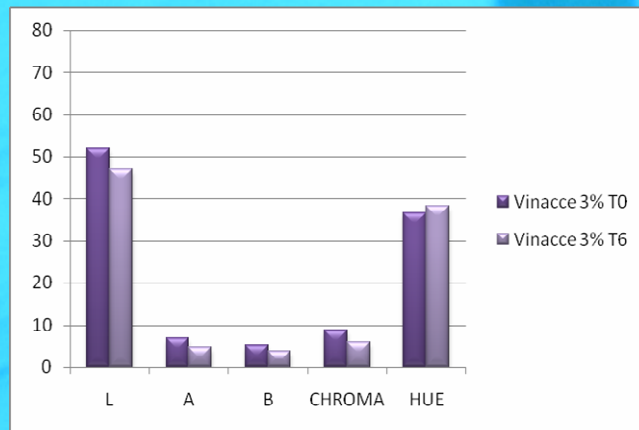
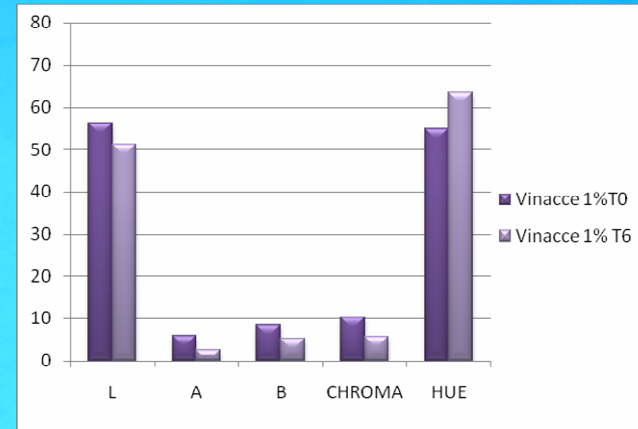
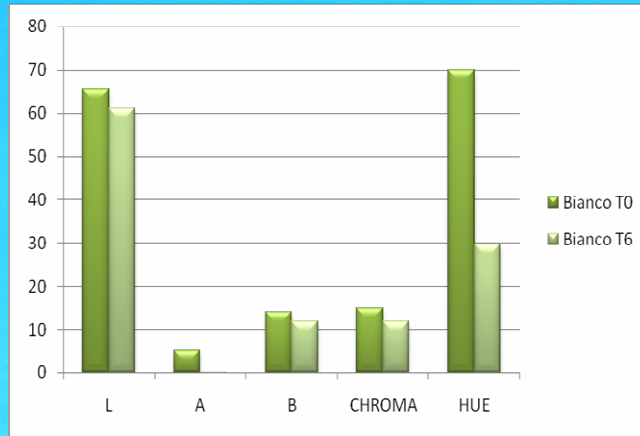
Molti oli essenziali e alcuni sottoprodotti dell'agricoltura, hanno attività antiossidante e se i risultati saranno quelli attesi tra non molto nei protocolli biologici.

La misurazione dei TBARS è un saggio d'elezione per il monitoraggio della perossidazione lipidica. I campioni in fase di conservazione hanno a causa della ossidazione lipidica aumenti di idroperossidi ed aldeidi, rilevabili con questa metodica.





# Colore





## DPPH%

Pomodoro	3,2
Acqua di vegetazione	6,0
Foglie di nocciolo	43,5
Vinacce e vinaccioli	88,4

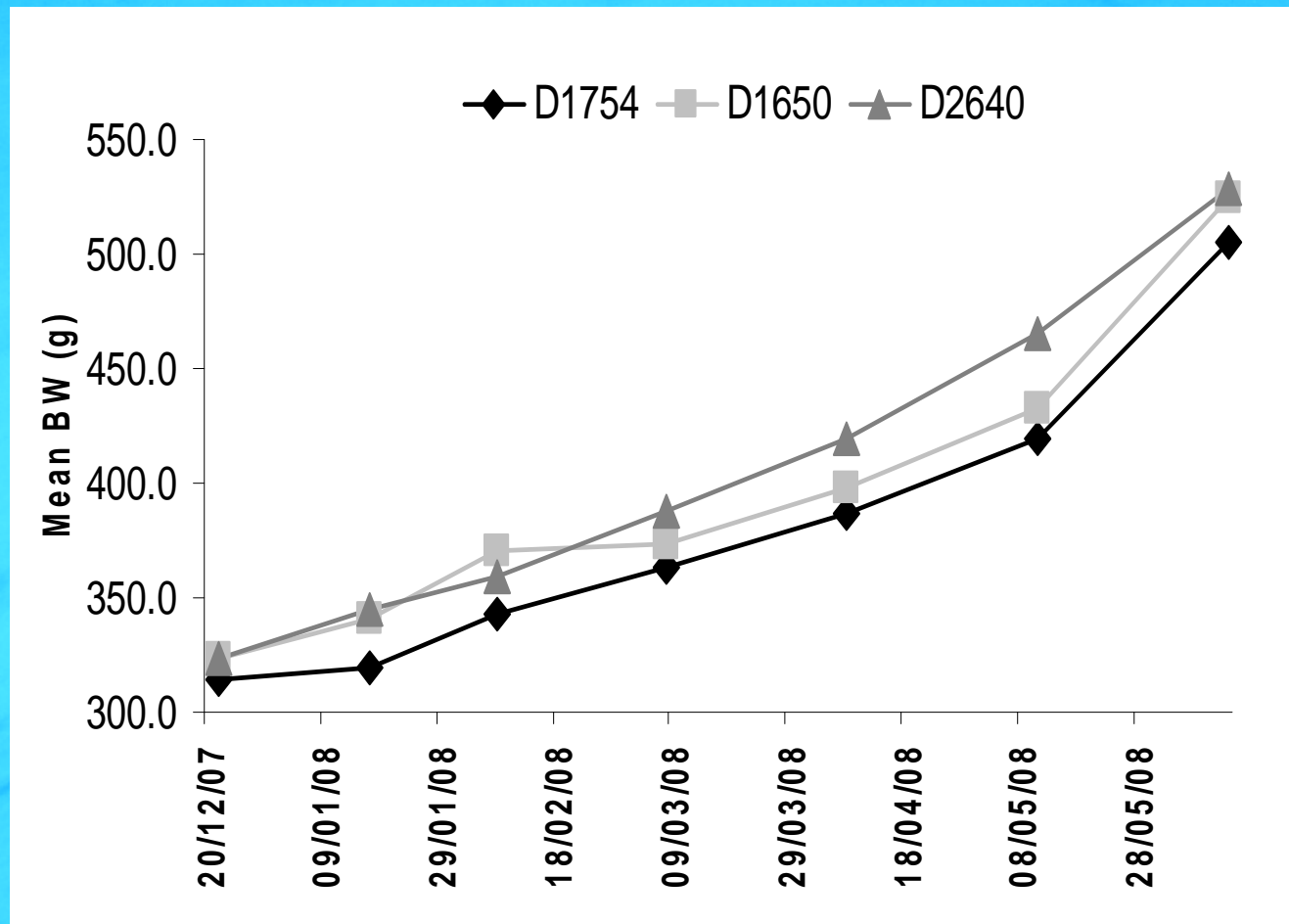
Questa serie di analisi sulle vinacce ci dicono che queste sono molto efficaci come antiossidanti, tuttavia la persistenza del colore, sia pure ridotto, non ci permette ancora di proporre questo sottoprodotto per la produzione.

Oltre alle vinacce sono stati studiati o sono in corso di studio altri sottoprodotti dell'agricoltura:

l'acqua di vegetazione, bucce e semi del pomodoro, le foglie di nocciolo e l'olio di rosmarino.

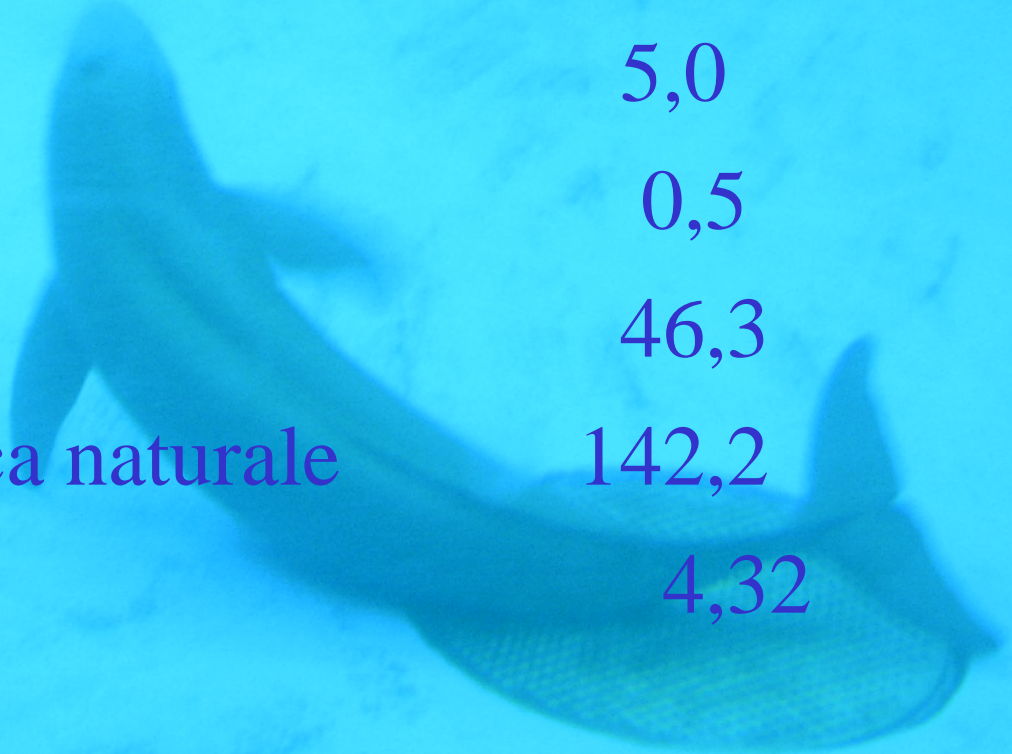
Ci sono altri prodotti che possono essere presi in considerazione come antiossidanti naturali quali i residui di lavorazione dei succhi di frutta (mela, pera, arance), il castagno (fiori, foglie), i sottoprodotti dell'industria conserviera (carciofi, broccoli, asparagi).

## Olio di rosmarino



## *Acqua di vegetazione (g/l)*

Proteine	3,2
Lipidi	5,6
Zuccheri	3,4
Polifenoli	5,0
Orto-difenoli	0,5
Solidi sospesi	46,3
Sostanza organica naturale	142,2
pH	4,32



## *Acqua di vegetazione*

Dieta	SGR	FCR	Hct
Controllo	1,10	1,4	41,0
AV 1%	1,06	1,4	45,6
AV 5%	1,08	1,4	45,0

## **Il pesce e la salute umana**

**Un'importante associazione medica USA promuove l'assunzione di acidi grassi sotto forma di porzioni di pesce preferendole all'impiego di integratori contenenti omega 3 in forma concentrata.**

### **PERCHÉ?**

**Nel pesce gli acidi grassi polinsaturi sono in rapporti bilanciati, prevalentemente sotto forma di fosfolipidi e sono localizzati nelle membrane strutturali dei tessuti in associazione con antiossidanti naturali.**

**Mentre, nelle preparazioni farmacologiche sono presenti in concentrazioni assai elevate sotto forma di trigliceridi e, nonostante l'aggiunta di antiossidanti, sono alquanto esposti alla ossidazione.**

**Inoltre, la modalità di assorbimento intestinale e dell'incorporazione è un po' diversa da quella naturale.**

# Indici di ateromatosità e trombogenicità

Ulbright e Southgate 1991

$$IA = (aS' + bS'' + cS''') / (dP + eM)$$

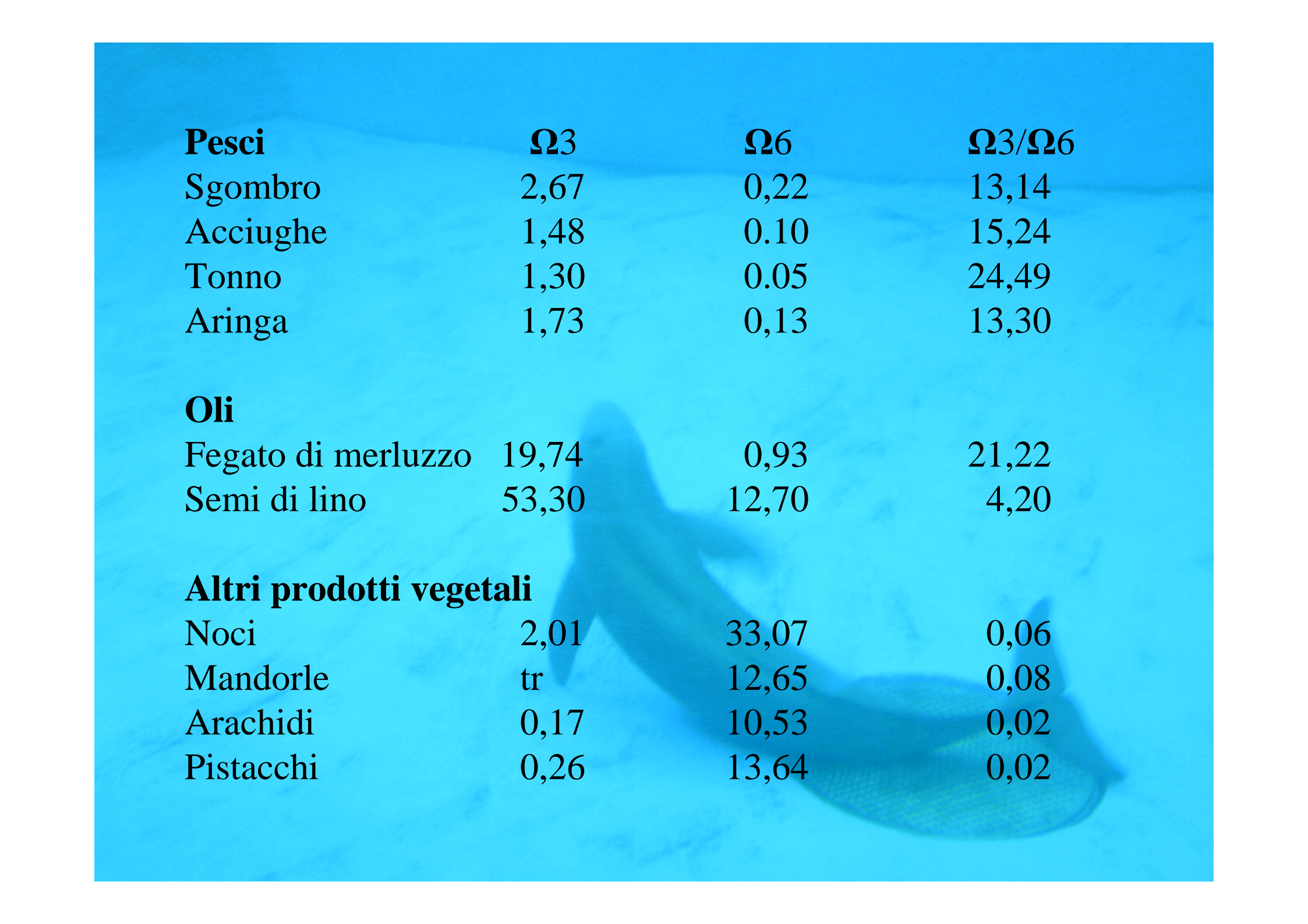
$$S' = C12:0; S'' = C14:0; S''' = C16:0)$$

$$a, c = 1; b = 4; P = PUFA; M = MUFA$$

$$IT = S'''' / [nM + p(n6) + q(n3) + (n3n6)]$$

$$S'''' = (C14:0 + C16:0 + C18:0); n, o, p = 0.5; q = 3$$





<b>Pesci</b>	<b>Ω3</b>	<b>Ω6</b>	<b>Ω3/Ω6</b>
Sgombro	2,67	0,22	13,14
Acciughe	1,48	0.10	15,24
Tonno	1,30	0.05	24,49
Aringa	1,73	0,13	13,30

### **Oli**

Fegato di merluzzo	19,74	0,93	21,22
Semi di lino	53,30	12,70	4,20

### **Altri prodotti vegetali**

Noci	2,01	33,07	0,06
Mandorle	tr	12,65	0,08
Arachidi	0,17	10,53	0,02
Pistacchi	0,26	13,64	0,02

## La scelta dei mangimi

Conoscere i rapporti fra bisogni nutrizionali, fattori endocrini regolatori della crescita e rapporto proteine/grassi, nei diversi stadi evolutivi, è determinante per la scelta dei mangimi da utilizzare.

L'utilizzo di mangimi bilanciati e digeribili, oltre a migliorare i parametri zootecnici dell'allevamento, riduce enormemente l'impatto ambientale, sia all'interno delle aree di allevamento, vasche o gabbie, sia in quelle esterne influenzandone i domini e le comunità bentoniche interessate.

## L'indice di conversione

Rappresentano quanto mangime è servito per far crescere un kg di pesce.

Si calcola così:

$$\text{FCR} = \frac{\text{cibo secco somministrato}}{\text{incremento della biomassa}}$$

Questo indice ci dice se il mangime è stato distribuito correttamente.

## Altre cose cui fare attenzione

L'indice viscerosomatico (rapporto tra peso dei visceri e peso totale del pesce) e l'indice epatosomatico ci dicono se c'è stata una distribuzione di cibo eccessiva.

L'osservazione del fegato è un altro buon sistema per capire qualcosa sulla gestione del cibo. Un fegato pallido o biancastro è indice di eccessivo consumo di alimento.

## Tecniche di alimentazione

Il sistema di distribuzione del mangime in un allevamento ittico, riveste importanza non secondaria; le modalità, la quantità di alimento distribuito per volta e la frequenza di alimentazione sono determinanti nel realizzare le migliori performance di crescita al più basso costo.



## Meccanismi di controllo dell'alimentazione

E' buona norma effettuare campionamenti mensili per stimare la biomassa in vasca o gabbia, al fine di calcolare gli accrescimenti ponderali, i rapporti di conversione dell'alimento (FCR – Feed Conversion Rate) ed i tassi di accrescimento specifico (SGR - Specific Growth Rate), per controllare e aggiornare il programma previsionale di alimentazione, indispensabile per un corretto protocollo gestionale.

L'utilizzo di programmi di registrazione dei dati, di gestione del magazzino mangimi e di calcolo degli indici di performance, permettono in qualsiasi momento di avere una piena visione dell'andamento della produzione, delle quantità dei diversi mangimi utilizzati, nonché del costo di produzione consuntivo raffrontato con il costo previsionale.

## Le tecnologie

Nei moderni sistemi di produzione le macchine industriali hanno una notevole importanza anche per mantenere e migliorare la qualità e la stabilità dell'alimento.



L'estrusione è un processo che, attraverso l'impiego di elevate pressioni e temperature, modifica la struttura fisica e chimica degli alimenti.

## *Conclusioni*

Non esiste una materia prima perfetta né per la sostituzione della farina né per l'olio di pesce. Si può, però trovare un giusto equilibrio tra le varie componenti.

Sono in parte oggi disponibili degli antiossidanti naturali ed in futuro a breve lo saranno di più.