

Autoproduzione del mangime per i pesci (Appendice 5)

Il mangime per i pesci è uno degli input più costosi per un'unità acquaponica in piccola scala. L'alimentazione è anche una delle componenti più importanti dell'intero ecosistema acquaponico, perché sostiene sia la crescita del pesce sia degli ortaggi. Pertanto, è necessario che sia gli agricoltori sia i praticanti capiscano la sua composizione. Inoltre, se non è disponibile il mangime pelletato commerciale, è importante conoscere i metodi per produrlo in azienda.

Inoltre, l'alimentazione fatta in casa è utile quando sono necessarie diete specifiche per migliorare la crescita dei pesci o le prestazioni del sistema acquaponico.

COMPOSIZIONE DEL MANGIME

Il mangime per il pesce è costituito da tutti i nutrienti necessari per la sua crescita, il mantenimento e la riproduzione. I requisiti dietetici sono stati stabiliti per le proteine, gli amminoacidi, i carboidrati, i lipidi, l'energia, i minerali e le vitamine (Tabella A5.1). Viene presentato come guida per il processo di preparazione del mangime un breve riassunto dei principali componenti di un alimento, con tabelle di composizione e alcune formulazioni.

Proteine

Le proteine dietetiche svolgono un ruolo fondamentale per la crescita e il metabolismo degli animali. Sono costituite da 20 aminoacidi diversi, ricomposti in innumerevoli combinazioni per fornire tutte le proteine indispensabili per la vita e la crescita. Solo alcuni aminoacidi possono essere sintetizzati dagli animali mentre per alcuni ciò non è possibile; questi devono essere forniti nella dieta. Per gli animali acquatici, esistono 10 aminoacidi essenziali (EAA): arginina, istidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina. Pertanto, la formulazione del mangime deve trovare un equilibrio ottimale degli EAA per soddisfare i requisiti specifici di ciascuna specie di pesce. La mancata osservanza di questo requisito impedirebbe al pesce di sintetizzare le proprie proteine, determinando uno spreco degli amminoacidi presenti. La formulazione ideale dell'alimentazione dovrebbe pertanto tenere conto dei livelli di EAA di ciascun ingrediente per corrispondere almeno ai quantitativi richiesti dai pesci. Informazioni sul livello degli EAA, in particolare per la metionina, la cisteina e la lisina) sono disponibili in tutti i fogli informativi di base degli ingredienti dei mangimi (vedere ulteriori informazioni).

L'assunzione di proteine raccomandata per i pesci dipende dalla specie e dall'età. Mentre per tilapia e pesci erbivori gli intervalli ottimali sono compresi tra il 28 e il 35 %, le specie carnivore richiedono il 38-45 %. I pesci giovani richiedono diete con livelli proteici più elevati rispetto agli adulti a causa della intensa crescita del loro corpo.

Oltre ad un contenuto ottimale di aminoacidi nell'alimentazione, vale la pena sottolineare l'importanza di un equilibrio ottimale tra le proteine e l'energia (fornite dai carboidrati e dai lipidi) per ottenere le migliori prestazioni di crescita e ridurre i costi e i rifiuti quando si usano proteine per ottenere energia. Anche se le proteine possono essere utilizzate come fonte di energia, sono molto più costose dei carboidrati e dei lipidi, che quindi sono preferibili.

In acquaponica, qualsiasi aumento delle proteine dietetiche influenza direttamente la quantità di azoto nell'acqua. Questo potrebbe essere riequilibrato attraverso un aumento delle piante coltivate nel sistema, o attraverso la scelta di verdure con elevate esigenze di azoto.

In generale, la quantità totale di proteine grezze (CP) o di un EAA specifico in un mangime formulato può essere ottenuta semplicemente moltiplicando il contenuto in CP (o la percentuale dell'EAA specifico in esame) di ciascun ingrediente per la sua percentuale di impiego nel mangime e riassumendo alla fine tutti i sottotali ottenuti. Ad esempio, una dieta con il 60% di soia con 44% di CP e 40% di grano con 18,8% di CP sarebbe pari a $(0,6 \times 44) + (0,4 \times 18,8) = 26,4 + 7,52 = 33,9\%$ di CP. Se il valore di CP ottenuto con il calcolo (o la quantità di EAA specifica) soddisfa i requisiti di CP del pesce (o il percentuale specifico EAA), la dieta è considerata ottimale. L'identificazione delle fonti proteiche più economiche può essere fatta dividendo semplicemente il costo di ciascun ingrediente per la percentuale della sua proteina grezza. I risultati daranno il costo

di un'unità di proteine (1%) e possono aiutare a trovare la formula di composizione più conveniente.

Carboidrati

I carboidrati sono la fonte energetica più importante e più economica per gli animali. Sono principalmente composti da zuccheri semplici e amido, mentre altre strutture complesse come la cellulosa e l'emicellulosa non sono digeribili dal pesce. In generale per abbassare i costi di alimentazione, dovrebbe essere inclusa nella dieta la massima quantità dei carboidrati tollerabile dai pesci. I pesci onnivori e di acque calde possono facilmente digerire quantità di carboidrati fino al 40%, ma la percentuale scende a circa il 25% in pesci carnivori e di acque fredde. I carboidrati sono utilizzati anche come agenti leganti per garantire che il pellet di alimentazione mantenga la sua struttura in acqua. In generale, uno dei prodotti più utilizzati nell'alimentazione estrusa o pelletata è l'amido (da patate, mais, cassava o glutine di frumento) che subisce un processo di gelatinizzazione a 60-85 °C che impedisce il facile dissolvimento in acqua dei cilindretti (pellet).

Lipidi

I lipidi forniscono energia e acidi grassi essenziali (EFAs) indispensabili per la crescita e altre funzioni biologiche del pesce. I grassi hanno anche un ruolo importante nell'assorbimento di vitamine liposolubili e nella produzione di ormoni. Il pesce, come altri animali, non può sintetizzare EFAs, che devono essere forniti con la dieta in base alle esigenze della specie. La mancata integrazione di acidi grassi provoca una crescita ridotta e una limitata efficienza riproduttiva. In generale, i pesci d'acqua dolce richiedono una combinazione di acidi grassi omega-3 e omega-6, mentre i pesci marini necessitano principalmente di omega-3. Tilapias principalmente necessita di omega-6 per garantire una crescita ottimale e un'elevata efficienza di conversione dei mangimi. La maggior parte delle diete sono composte dal 5-10% di lipidi, anche se questa percentuale può essere più alta per alcune specie marine. L'integrazione di lipidi nell'alimentazione deve corrispondere ad un adeguato rapporto proteine/energia per assicurare una buona crescita, e per evitare l'uso improprio di proteine a fini energetici (mancanza di grassi/carboidrati a fini energetici) e per evitare l'accumulo di grassi nel corpo (dieta troppo ricca di lipidi).

Energia

L'energia viene ottenuta principalmente dall'ossidazione di carboidrati, lipidi e, in una certa misura, proteine. I requisiti energetici dei pesci sono molto inferiori di quelli degli animali a sangue caldo a causa della minore necessità di riscaldare il corpo e di svolgere attività metaboliche. Tuttavia, ogni specie richiede una quantità ottimale di proteine e di energia per garantire le migliori condizioni di crescita e per impedire agli animali di utilizzare costose proteine per ricavare l'energia. È quindi importante che gli ingredienti di alimentazione siano accuratamente selezionati per soddisfare il livello desiderato di energia digeribile (DE) richiesta da ciascuna specie acquatica. Di seguito è riportato un breve riferimento sull'equilibrio ottimale della proteina e dell'energia nei pesci più comuni per l'acquaponica (tabella_A5.1). Informazioni sul livello di DE sono disponibili in tutte le tabelle delle composizioni degli ingredienti per i mangimi (vedere la sezione di alimentazione dei pesci nella sezione successiva).

In generale, il valore di DE di un alimento formulato può essere ottenuto semplicemente moltiplicando il valore di DE di ciascun ingrediente per la percentuale della sua presenza e sommando tutti i sottototali ottenuti (ad esempio una dieta con 60% di soia con DE 2.888_kcal/kg e 40% di grano con DE 2.930 kcal/kg sarebbe uguale a $[0,6 \times 2.888] + [0,4 \times 2.930] = 1.732 + 1.172 = 2.904$ kcal/kg). Se l'energia ottenuta dal calcolo soddisfa i requisiti energetici (e proteici) dei pesci allevati, la dieta è ottimale.

TABLE A5.1

Optimal protein, energy, DP/DE ratio and essential amino acid requirements of selected fish species

Species	Digestible protein (DP)	Digestible energy (DE)	DP/DE	Arginine	Histidine	Isoleucine	Leucine	Lysine	Methionine	Phenylalanine	Threonine	Tryptophan	Valine
	(%)	(kcal/kg)	(mg/kcal)	(% of dry diet)									
Nile tilapia	30	2 900	103	1.2	0.5	0.9	0.9	1.4	0.7	1.0	1.0	0.3	0.8
Common carp	32	2 900	108	1.5	0.8	0.9	1.3	2.2	1.2	2.5	1.5	0.3	1.4
Rainbow trout	42	4 100	105	1.6	–	–	–	1.9	1.0	–	–	0.3	–
Channel catfish	27	3 100	86	1.0	0.4	0.6	0.8	1.2	0.6	1.2	0.5	0.1	0.7

Source: modified from NRC (1993).

Vitamine e minerali

Le vitamine sono composti organici necessari per sostenere la crescita e per realizzare tutti i processi fisiologici necessari per sostenere la vita. Le vitamine devono essere fornite con la dieta perché gli animali non le producono. Le carenze di vitamine si verificano con maggiore probabilità nelle gabbie e nei sistemi con vasche di allevamenti intensivi, dove gli animali non possono contare su alimenti naturali. Le sindromi degenerative sono spesso attribuite ad una insufficiente disponibilità di queste vitamine e minerali.

I minerali sono elementi importanti nella vita animale. Sostengono la crescita scheletrica e sono anche coinvolti nell'equilibrio osmotico, nel trasporto energetico, nel funzionamento del sistema nervoso ed endocrino. Sono la parte fondamentale di molti enzimi e cellule del sangue. I pesci richiedono sette minerali principali (calcio, fosforo, potassio, sodio, cloro, magnesio e zolfo) e traccia di altri 15 minerali. Questi possono essere forniti dalla dieta, ma possono anche essere direttamente assorbiti dall'acqua attraverso la pelle e le ghiandole.

L'integrazione delle vitamine e dei minerali può essere fatto secondo i requisiti di ciascuna specie (Tabella A5.2).

TABLE A5.2

Common feed ingredient sources of the most important nutrient components

Nutrient components	Feed ingredient sources
Protein	Plant-based sources: algae, yeast, soybean meal, cottonseed meal, peanuts, sunflower, rapeseed/canola, other oil-seed cakes. Animal-based sources: fishery by-products (fishmeal or offal), poultry by-products (poultry meal or offal), meat meal, meat and bone meal, blood meal.
Carbohydrates	Wheat flour, wheat bran, corn flour, corn bran, rice bran, potato starch, cassava root meal.
Lipids	Fish oil, vegetable oil (soybean, canola, sunflower), processed animal fat.
Vitamins	Vitamin premix, yeast, legumes, liver, milk, bran, wheat germ, fish and vegetable oil.
Minerals	Mineral premix, crushed bone.

PRODUZIONE AZIENDALE DI MANGIMI

La produzione di mangimi richiede un ottimo equilibrio di tutti i componenti nutrizionali sopra menzionati (proteine, lipidi, carboidrati, vitamine, minerali e energia totale).

Un'alimentazione squilibrata provoca una ridotta crescita, disordini nutrizionali, malattie e, eventualmente, maggiori costi di produzione.

La farina di pesce è considerata la migliore fonte di proteine per gli animali acquatici a causa del suo contenuto di proteine molto elevato e ha EAA bilanciati. Tuttavia, è un ingrediente sempre più

costoso, che suscita preoccupazioni riguardo alla sostenibilità. Inoltre, la farina di pesce non è sempre disponibile. Le proteine di origine vegetale possono sostituire adeguatamente la farina di pesce; tuttavia, dovrebbero essere sottoposte a processi fisici (decorticazione, macinazione) e termici per migliorare la loro digeribilità. Gli ingredienti vegetali, infatti, contengono numerosi fattori antinutrizionali che interferiscono con la digestione e l'assimilazione delle sostanze nutritive da parte degli animali, che in ultima analisi provocano nel pesce una minore crescita e peggiori prestazioni produttive.

La dimensione dei pellet dovrebbe essere circa il 20-30% della misura della bocca del pesce al fine di facilitare l'ingestione ed evitare qualsiasi perdita. Se i pellet sono troppo piccoli, i pesci impiegano più energia per consumarli; se troppo grande, i pesci non riusciranno a mangiarlo. Un formato di pellet consigliato per pesce inferiore a 50 g è di 2 mm, mentre 4 mm è ideale per i pre-adulti, e per tutte le pezzature superiori a 50 g.

L'uso di ingredienti grezzi di origine animale (frattaglie, farine di sangue, insetti, ecc.) deve essere preceduto da un trattamento termico preventivo per evitare qualsiasi contaminazione microbica del sistema acquaponico.

FORMULAZIONI ALIMENTARI PER PESCE ONNIVORO/ERBIVORO

Di seguito sono riportate due semplici ricette per un mangime equilibrato contenente 30% di CP. La prima formulazione è fatta con proteine di origine vegetale, principalmente farina di estrazione di soia. La seconda formulazione è fatta principalmente con farina di pesce. Gli elenchi degli ingredienti per ciascuna dieta sono espressi in peso (chilogrammi), sufficienti a produrre 10 kg di mangime, in Tabelle_A5.3 e A5.4. Viene quindi fornita una semplice guida passo-passo sulla preparazione del mangime pelletato. È possibile trovare informazioni complete sull'alimentazione, la nutrizione e la formulazione sul sito web della FAO riportato nella sezione "Ulteriori letture" di questa pubblicazione.

TABLE A5.3

List and relative amounts of ingredients for 10 kg of fish feed using vegetable-based protein, including proximate analysis

Feed ingredients	Weight (kg)	Percentage of total feed (%)	Proximate analysis	%
Corn meal	1.0	10	Dry matter	91.2
Wheat flour	1.0	10	Crude protein	30.0
Soybean meal	6.7	67.2	Crude fat	14.2
Soybean oil	0.2	2	Crude fibre	4.8
Wheat bran	0.7	7.8	Ash	4.6
Vitamin and mineral premix	0.3	3	Nitrogen-free extract (NFE)	28.3
Total amount	10.0	100	-	-

TABLE A5.4

List and relative amounts of ingredients for 10 kg of fish feed using animal-based protein, including proximate analysis

Feed ingredients	Weight (kg)	Percentage of total (%)	Proximate analysis	%
Corn meal	1.0	10	Dry matter	90.9
Wheat flour	4.0	40	Crude protein	30.0
Soybean meal	1.5	15	Crude fat	10.5
Soybean oil	0.2	2	Crude fibre	2.1
Fishmeal	3.0	30	Ash	8.3
Vitamin and mineral premix	0.3	3	Nitrogen-free extract (NFE)	34.5
Total amount	10.0	100	-	-

PREPARAZIONE PASSO PER PASSO DEI MANGIMI CASALINGHI

1. Raccogliere gli utensili come descritto in Tabella_A5.5.
2. Raccogli gli ingredienti mostrati nella Tabella A5.3 o Tabella A5.4. Acquistate farina di soia già essiccata e sgrassata, farina di mais e farina di frumento. Se queste farine non sono disponibili, procurarsi soia integrale, granella di mais e granella di frumento. Questi avrebbero bisogno di essere essiccati, decorticati e macinati. Inoltre, la soia integrale deve essere tostata a 120 °C per 1-2 minuti.
3. Pesare ogni ingrediente seguendo le quantità indicate nelle ricette sopra.
4. Aggiungere gli ingredienti secchi (farine e sfarinati) e mescolare accuratamente per 5-10 minuti finché il mix diventa omogeneo.
5. Aggiungere l'integratore minerale e vitaminico agli ingredienti secchi e mescolare accuratamente per altri 5 minuti. Assicurarsi che le vitamine e i minerali siano distribuiti uniformemente in tutta la miscela.
6. Aggiungere l'olio di soia e continuare a mescolare per 3-5 minuti.
7. Aggiungere acqua alla miscela per ottenere una pasta morbida, ma non appiccicosa.
8. Cuocere a vapore la pasta per provocare la gelatinizzazione.
9. Estrudere la pasta. Prima dividere l'impasto in porzioni adeguate e poi passarle attraverso la trafilatrice per ottenere strisce simili a spaghetti. Il disco da taglio deve essere scelto in base alla dimensione del pellet desiderata.
10. Asciugare l'impasto estruso spargendo le strisce su vassoi in alluminio. Se possibile, asciugare le strisce di mangime in un forno elettrico a una temperatura di 60-85 °C per 10-30 minuti per gelatinizzare l'amido. Controllare regolarmente le strisce per evitare bruciature.
11. Scuotere le strisce asciutte. Scuotere con le dita o tagliare in piccoli pezzi il mangime sul vassoio. Cercate di realizzare i pellet delle stesse dimensioni. Evitare la manipolazione eccessiva del pellet per evitare che si sbricioli. I pellets possono essere sezionati e separati in lotti di dimensione omogenea con un setaccio a maglie di adeguate dimensioni.
12. Conservare il mangime. Posizionare i pellet di mangime completamente essiccati in contenitori di plastica ermetici subito dopo essere stati spezzati in pezzi per evitare che assorbano l'umidità.

TABLE A5.5

List of tools and materials needed for feed formulation

Component	Quantity	Specifications
Weighing scale	1	Capacity 1–3 kg, divisions of 1 g
Grinder	1	Electric coffee-type grinder
Metal sieve	1	0.2–0.4 cm mesh
Mixing bowl	1	Capacity 10 litres
Plastic bowl	3	Capacity 2 litres
Meat mincer / pasta maker	1	Manual or electric
Mixing spoon	1	Large size
Aluminium baking tray	10	40 × 40 cm or other available sizes

IMMAGAZZINAMENTO DEI MANGIMI AUTOPRODOTTI

Una volta preparato, il modo migliore per immagazzinare il mangime per i pesci è quello di mettere il pellet in un contenitore ermetico subito dopo essiccato e spezzato. I contenitori devono essere tenuti in un luogo fresco, asciutto, scuro e ventilato, lontano dai parassiti. Mantenere i pellet a bassi livelli di umidità (<10%) per impedire il loro ammuffimento e lo sviluppo di micotossine tossiche. A seconda della temperatura, i pellet possono essere conservati fino a due mesi.

Un altro modo per mantenere i pellet per lunghi periodi è quello di chiuderli in un contenitore di plastica e conservarli nel frigorifero, ma questo richiederebbe ulteriore energia elettrica. Il mangime può essere mantenuto in questo modo da più di un anno.

Il mangime deve essere utilizzato nella modalità "il primo prodotto è il primo ad essere consumato". Evitare di utilizzare qualsiasi mangime che presenta segni di degradazione o di muffa, in quanto ciò potrebbe essere fatale per i pesci.

ALIMENTAZIONE SUPPLEMENTARE CON ALIMENTI VIVI

I pesci possono essere vantaggiosamente alimentati con mangimi supplementari disponibili localmente.

L'uso di mangimi freschi infatti fornirà agli animali ulteriori proteine per la loro crescita. Può anche fornire vitamine o minerali che potrebbero essere carenti nei pellet.

È disponibile un'ampia gamma di mangimi freschi: la scelta dipende dalle specie di pesci allevati e dalla disponibilità locale. Tuttavia, è molto importante ricordare che qualsiasi mangime proveniente da fonti esterne potrebbe portare microorganismi o parassiti provenienti da acque esterne (contaminate o inquinate) o da residui organici di origine animale (ad es. vermi da letame animale non pastorizzato). I mangimi freschi possono essere impiegati con maggiori livelli di sicurezza se auto-prodotti o se sono trattati a caldo prima di essere somministrati al pesce.

Esempi di mangimi freschi per i pesci sono:

- Lemma e alghe macrofite. Il lemma è abbastanza ricco di proteine e può essere fornito tal quale fino a 10% della razione giornaliera. Tuttavia, le alghe macrofite sono meno digeribili dell'alimentazione formulata a causa del loro più elevato contenuto di fibra, che aumenterebbe anche la quantità di rifiuti solidi nel sistema.
- I residui vegetali raccolti dai sistemi acquaponici o da altre fonti possono essere somministrati in piccole quantità ai pesci erbivori/onnivori.
- I lombrichi sono facilmente ottenibili da cumuli di compost vegetale, soprattutto nelle zone rurali. Si consiglia un periodo di stoccaggio senza alimentazione di 1-2 giorni se i vermi provengono da fonti esterne al fine di ridurre il rischio di introduzione di batteri nel sistema.
- Le larve degli insetti sono molto ricche di proteine, ma bisogna prestare attenzione a non utilizzarle in quantità eccessiva a causa del loro contenuto lipidico particolarmente elevato. Le larve possono essere prodotte su materiale organico in decomposizione (verdura, frutta); tuttavia, si

consiglia un periodo di stoccaggio senza alimentazione di 1-2 settimane se il substrato contiene materiale di origine animale.

- Gli insetti possono essere somministrati a specie ittiche onnivore o carnivore, ma la presenza di chitina nell'esoscheletro riduce la loro digeribilità.
- Piccoli pesci, crostacei e molluschi sono disponibili nei torrenti o stagni. Tuttavia, può essere necessaria prudenza a causa dei rischi di contaminazione e di presenza di parassiti.
- Le alghe possono essere facilmente fornite a pesci erbivori/onnivori. Le alghe possono essere coltivate e raccolte in vasche separate accanto al sistema acquaponico.
beside the aquaponic system and harvested.