

Gestione e soluzione dei problemi

(Capitolo 8)

8. Gestione e risoluzione dei problemi

L'attenzione dei capitoli precedenti era focalizzata sull'importanza dei batteri per garantire una buona crescita di piante e pesci, sui fattori chiave per la costruzione di diverse tipologie di impianti acquaponici, e su come prendersi cura correttamente di pesci e piante. Questo capitolo riassume i principi fondamentali e le "regole d'oro" da seguire per individuare il rapporto ottimale tra pesci e dimensioni dell'impianto, definire il regime alimentare e il dimensionamento del biofiltro.

Nella seconda parte di questo capitolo sono elencate tutte le più importanti fasi di gestione da dell'impianto avendo come riferimento un'intera stagione produttiva. Ci sarà anche la trattazione della gestione di pesci e piante nei primi tre mesi di produzione. Infine, verrà illustrata la attività quotidiana, settimanale e le check list mensili per la gestione di un impianto e verranno fornite indicazioni su cosa fare qualora insorgessero dei problemi.

8.1 Calcoli dei componenti e dei loro rapporti

I sistemi acquaponici devono essere bilanciati. Il pesce (e quindi il mangime da questo consumato) deve fornire nutrienti adeguati per le piante; le piante servono per filtrare l'acqua per i pesci. Il biofiltro deve essere abbastanza grande per elaborare tutti i rifiuti del pesce e deve esserci un adeguato volume d'acqua da far circolare in questo sistema. Questo equilibrio può essere difficile da raggiungere in un nuovo impianto, ma questa sezione fornisce calcoli utili per stimare le dimensioni di ogni componente.

8.1.1 Superficie di coltivazione delle piante, quantità di mangime e quantità di pesce

Il modo più efficace per equilibrare un sistema acquaponico è quello di utilizzare il rapporto di gestione descritto nella Sezione 2.1.4. Questo rapporto è il calcolo più importante per i sistemi acquaponici e consente ai pesci e alle piante di prosperare in simbiosi all'interno dell'ecosistema. Il rapporto valuta quanto mangime per pesci deve essere aggiunto ogni giorno al sistema ed è calcolato sulla base della superficie disponibile per la crescita delle piante. Questo rapporto è condizionato dalla tipologia di ortaggi che debbono essere coltivati; gli ortaggi a frutto richiedono circa un terzo in più nutrienti rispetto verdure a foglia verde per sostenere lo sviluppo fiori e del frutto. Anche il tipo di mangime influenza il rapporto di gestione, tutti i calcoli forniti qui assumono a base di calcolo un mangime per pesci di tipo commerciale con il 32 per cento di proteine.

Piante da foglia verde

40-50 grammi di mangime
per metro quadro per giorno

Ortaggi da frutto

50-80 grammi di mangime
per metro quadro per giorno

Come primo passo per effettuare i calcoli si consiglia di determinare il numero di piante che si intende coltivare. In media, le piante possono essere coltivate alla densità di impianto illustrata di seguito (Figura 8.1). Queste cifre sono soltanto indicative e si debbono prendere in considerazione molte variabili, per esempio il tipo di impianto e le dimensioni del raccolto, quindi le indicazioni fornite valgono solo come un punto di riferimento.

Piante da foglia verde

20-25 piante per metro quadro

Ortaggi da frutto

4 – 8 piante per metro quadro



FIGURA 8.1 - Cespi di lattuga coltivati densamente in un'unità a letto di crescita (1 m²)

Una volta che si è definito il numero (e la tipologia) di piante che si intende coltivare, è possibile determinare superficie di coltivazione necessaria e, di conseguenza, la quantità di mangime che dovrebbe essere aggiunta al sistema ogni giorno. Una volta calcolati la superficie di coltivazione e il mangime, è possibile determinare la biomassa dei pesci necessari per mangiare tutto questo mangime. I pesci di diverse dimensioni hanno diverse regimi alimentari, ciò significa che molti piccoli pesci mangiano tanto quanto pochi pesci grandi. In termini di bilanciamento un impianto acquaponico, il numero effettivo di pesci non è importante quanto la biomassa totale dei pesci

nelle vasche. In media, per le specie trattate nella sezione 7.4, il consumo giornaliero di mangime equivale al 1-2 % del loro peso corporeo durante la fase di crescita. Ciò è vero se si considerano soggetti più grandi di 50 g, perché i pesci piccoli mangiano più di quelli grandi in percentuale rispetto al loro peso corporeo.

Lettuce requires 4 weeks to grow once the seedlings are transplanted into the system, and 25 heads per week are harvested, therefore:

$$25 \text{ heads/week} \times 4 \text{ weeks} = 100 \text{ heads in system}$$

Each 25 heads of lettuce require 1 m² of growing space, therefore:

$$100 \text{ heads} \times \frac{1 \text{ m}^2}{25 \text{ heads}} = 4 \text{ m}^2$$

Each square metre of growing space requires 50 g of fish feed per day, therefore:

$$4 \text{ m}^2 \times \frac{50 \text{ grams feed/day}}{1 \text{ m}^2} = 200 \text{ grams feed/day}$$

The fish (biomass) in a system eats 1-2 percent of their body weight per day, therefore:

$$200 \text{ grams feed/day} \times \frac{100 \text{ grams fish}}{1-2 \text{ grams feed/day}} = 10-20 \text{ kg of fish biomass}$$

Il prospetto sopra riportato mostra come condurre questa serie di calcoli, la conclusione è che per produrre 25 cespi di lattuga a settimana, un sistema acquaponico ci vogliono 10-20 kg di pesce, alimentati 200 grammi di mangime al giorno e una superficie di crescita di 4 m².

I calcoli sono i seguenti:

La lattuga richiede 4 settimane per crescere una volta che le piantine vengono trapiantate nel sistema.

Ogni 25 cespi di lattuga richiedono 1 m² di spazio di coltivazione, pertanto: ogni metro quadrato di superficie di coltivazione richiede 50 g di mangime al giorno.

Il pesce (biomassa) in un sistema mangia 1-2 percento del suo peso corporeo al giorno, perciò la biomassa totale del pesce dovrà essere tra i 10 e i 20 kg

Sebbene estremamente utile, questo rapporto è davvero solo una traccia, particolarmente utile per sistemi di piccole dimensioni. Ci sono molte variabili coinvolte con questo rapporto, tra cui la dimensione e il tipo di pesce, la temperatura dell'acqua, contenuto proteico dei mangimi e i nutrienti richiesti delle piante, che possono cambiare in modo significativo nel corso di un periodo di coltivazione. Questi cambiamenti possono richiedere all'agricoltore di variare i rapporti di alimentazione.

Testare i livelli di azoto nell'acqua consente di determinare se il sistema rimane in equilibrio. Se i livelli di nitrati sono troppo bassi (meno di 5 mg / litro), è possibile aumentare lentamente la quantità di mangime giornaliera senza sovralimentare il pesce. Se i livelli di nitrati sono stabili, allora ci possono essere carenze di altri nutrienti e possono essere richiesti integratori in particolare di calcio, potassio e ferro. Se i livelli di nitrati sono in aumento, e superano i 150 mg/litro, potrebbero essere necessari occasionali integrazioni di acqua.

8.1.2 Volume dell'acqua

Il volume d'acqua è l'aspetto più importante per la componente di acquacoltura in un sistema acquaponico. Differenti densità di allevamento influenzano la crescita e la salute dei pesci e sono una delle cause più comuni di stress del pesce. Tuttavia, il volume totale di acqua non pregiudica la componente idroponica del sistema se non per il fatto che con grandi volumi di acqua ci vuole più tempo per accumulare una concentrazione di nutrienti considerevole durante la fase iniziale di ciclaggio del sistema. Così, nel caso di un impianto con un volume d'acqua relativamente grande, l'unico effetto è che è necessario più tempo per raggiungere le concentrazioni di nutrienti ottimali per le piante. I grandi volumi d'acqua aiutano a mitigare i cambiamenti nella qualità dell'acqua, ma possono anche mascherare eventuali problemi più a lungo. Il sistema DWC è un metodo che ha sempre un volume d'acqua totale superiore ai NFT o ai GB di materiale inerte.

La densità massima raccomandata è di 20 kg di pesce per 1.000 litri di acqua nelle vasche di allevamento. Le unità di piccole dimensioni descritte in questa pubblicazione sono di circa 1.000 litri di acqua e dovrebbero contenere 10-20 kg di pesce. Densità più elevate di animali richiedono tecniche più sofisticate di aerazione per mantenere i livelli DO stabili per i pesci, così come un sistema di filtraggio più complesso per separare i rifiuti solidi. Agli agricoltori acquaponici alle prime armi raccomandiamo fortemente di non superare il coefficiente di densità di 20 kg per 1.000 litri. Questo in particolare nei casi in cui non possa essere garantita una fornitura costante di corrente elettrica perché una breve interruzione può uccidere tutti i pesci entro un'ora nel caso di elevate densità di allevamento.

La stessa densità vale per qualsiasi vasca di dimensioni più grandi di 500 litri; è sufficiente utilizzare questo rapporto per calcolare la densità massima per un dato volume di acqua. Se la vasca è più piccola di 500 litri, bisogna ridurre la densità alla metà, o 1 kg per 100 litri, anche se non è consigliabile allevare pesce destinato al consumo in una vasca più piccola di 500 litri. Per avere un riferimento, una tilapia media pesa 500 g alla dimensione di raccolta e 50 g quando viene introdotta nel sistema come avannotto.

Fish stocking density

10–20 kg of fish per 1 000 litres of water

8.1.3 Esigenze di filtrazione – biofiltro e separatore meccanico

La quantità di biofiltrazione necessaria in un sistema acquaponico è determinata dalla quantità di mangime che entra nel sistema ogni giorno. Il primo elemento da prendere in considerazione è il tipo di materiale di cui è costituito il biofiltro e la superficie specifica del medium stesso. Maggiore è la superficie disponibile nel biofiltro che consente di ospitare grandi colonie di batteri, maggiore sarà la velocità di trasformazione dell'ammoniaca in nitrati. Si forniscono due parametri uno per la ghiaia vulcanica inserita nei letti di crescita, e uno per le Bio Balls® utilizzate in unità NFT e DWC. I rapporti dovrebbero essere considerati come "minimi" l'eccesso di biofiltrazione non danneggia il sistema ma piuttosto rende il sistema più resiliente nei confronti di picchi di ammoniaca e nitriti. I

biofiltri dovrebbero essere sovradimensionati se si sospetta che le basse temperature potrebbero influenzare l'attività batterica. L'appendice 4 contiene ulteriori informazioni sul dimensionamento dei biofiltri e il calcolo del volume richiesto.

| Biofilter material | Specific surface area (m ² /m ³) | Volume required (litres/g of feed) |
|--------------------|---|------------------------------------|
| Volcanic gravel | 300 | 1 |
| Bioballs® | 600 | 0.5 |

In generale con un volume del biofiltro compreso tra il 10 e il 30% di quello delle vasche dei pesci si dovrebbe prevedere l'utilizzo di un separatore meccanico. La filtrazione meccanica è indispensabile sia per i sistemi NFT e DWC ma anche nei sistemi Media Based (a letti di crescita) quando la densità di allevamento supera i 20 kg di pesce per 1000 litri d'acqua.

8.1.4 Sintesi dei calcoli dei componenti

- J L'indice di conversione dell'alimento fornisce una preziosa informazione per bilanciare le componenti di un sistema acquaponico e per calcolare l'area di impianto, il mangime e la biomassa del pesce.
- J Rapporto di gestione per un sistema acquaponico:
 - 40-50 grammi di mangime al giorno per metro quadrato (verdure da foglia verde);
 - 50-80 grammi di mangime al giorno per metro quadrato (verdure da frutto).
- J Tasso di alimentazione dei pesci: 1-2 per cento del loro peso corporeo al giorno.
- J Densità pesce : 10-20 kg / 1.000 litri.
- J Volume Biofiltrazione:
 - 1 litro per grammo di mangime al giorno (letti di media Lapillo vulcanico o argilla espansa)
 - ½ litro per grammo di mangime al giorno (Bio Balls® in NFT e DWC)

La tabella 8.1 riassume i principali dati e rapporti per la progettazione di piccoli impianti a Letti di crescita (MB), NFT e DWC. È importante essere consapevoli del fatto che le cifre sono solo un punto di riferimento giacché altri fattori esterni (ad esempio le condizioni climatiche, l'accesso a una fornitura costante di energia elettrica) possono influire sulla realizzazione pratica in campo. Si prega di fare attenzione alle note sotto la tabella che spiegano le figure e l'applicabilità di ogni colonna per ogni metodo acquaponico.

TABLE 8.1
Practical system design guide for small-scale aquaponic units

| Fish tank volume (litre) | Max. fish biomass ¹ (kg) | Feed rate ² (g/day) | Pump flow rate (litre/h) | Filters volume ³ (litre) | Min. volume of biofilter media ⁴ (litre) | | Plant growing area ⁵ (m ²) |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|---|-----------|---|
| | | | | | Volcanic tuff | Bioballs® | |
| 200 | 5 | 50 | 800 | 20 | 50 | 25 | 1 |
| 500 | 10 | 100 | 1 200 | 20–50 | 100 | 50 | 2 |
| 1 000 | 20 | 200 | 2 000 | 100–200 | 200 | 100 | 4 |
| 1 500 | 30 | 300 | 2 500 | 200–300 | 300 | 150 | 6 |
| 2 000 | 40 | 400 | 3 200 | 300–400 | 400 | 200 | 8 |
| 3 000 | 60 | 600 | 4 500 | 400–500 | 600 | 300 | 12 |

Note:

1. La densità pesce raccomandata si basa su una densità massima di 20 kg/1.000 litri. Sono

possibili densità più elevate con un'ulteriore aerazione e filtrazione meccanica, ma non è raccomandato per i principianti.

2. Il tasso di alimentazione consigliato è l'1 per cento del peso corporeo al giorno per i pesci di più di 100 g di massa corporea. Il tasso di alimentazione è: 40-50 g/m² per verdure da foglia verde; e 50-80 g/m² per ortaggi da frutto.

3. I volumi della separazione meccanica e del bio-filtro dovrebbero essere pari al 10-30 per cento del volume totale della vasca dei pesci. In realtà, la scelta dei contenitori dipende dalla loro dimensione, costo e la disponibilità. I biofiltri sono necessari solo per gli impianti NFT e DWC. I separatori meccanici sono da prevedere per sistemi NFT e DWC e per il sistemi MB (letto di argilla o lapillo vulcanico) con una densità di pesce di oltre 20 kg /1.000 litri.

4. Queste cifre prevedono che i batteri siano in condizioni ottimali per tutto il tempo. Diversamente, per un certo periodo (inverno), potrebbe esserci la necessità di un sovradimensionamento dei mezzi di filtrazione. I valori sono indicati per i due biofiltri più comuni MB (lapillo vulcanico) e Biofiltro (DWC e NFT).

5. Le dimensioni della superficie di coltivazione si riferiscono solo alle verdure a foglia. Gli ortaggi da frutto potrebbero avere bisogno di uno spazio leggermente inferiore.

8.2 Sistemi acquaponici nuovi e gestione iniziale

8.2.1 Costruzione e preparazione dell'unità

Le istruzioni dettagliate di costruzione passo-passo sono fornite nell'Appendice 8. Una volta che l'unità è completata, bisogna preparare il sistema per il funzionamento di routine. Sebbene la gestione dell'unità acquaponica non richieda tempi e sforzi eccessivi, è importante ricordare che un sistema perfettamente funzionante richiede almeno 10-20 minuti di manutenzione ogni giorno. Prima di attivare un nuovo sistema con il pesce e la piantagione di ortaggi, è fondamentale assicurarsi che tutte le apparecchiature funzionino correttamente. Gli aspetti più importanti da controllare sono la pompa dell'acqua, la pompa dell'aria e i riscaldatori dell'acqua (ove previsti). È indispensabile verificare che i tubi NFT e i letti di crescita siano stabili e livellati orizzontalmente. Avviare la circolazione dell'acqua corrente nel sistema e assicurarsi che non ci siano perdite o collegamenti idraulici difettosi. In questi casi, stringere o correggere immediatamente. Il paragrafo 9.3 fornisce ulteriori suggerimenti per garantire i livelli di acqua corretti e prevenire catastrofiche perdite d'acqua. Una volta attivato il sistema, ricircolare l'acqua per almeno due giorni per permettere ad eventuali tracce di cloro di disperdersi. Questo processo può essere accelerato utilizzando una intensa aerazione. Questo non è necessario quando la fonte di acqua non contiene cloro, come ad esempio l'acqua piovana o l'acqua filtrata.

Preparazione di una unità a letto di crescita

Il substrato di coltura (ghiaia vulcanica, argilla espansa) deve essere ben lavato. Riempire i letti di crescita con il substrato e lasciarlo attraversare dall'acqua; l'acqua deve essere pulita. Rimuovere qualsiasi sedimentazione (se presente) sciacquando i letti con acqua. Se si utilizza un timer elettrico per riempire e svuotare i letti, è importante regolare il tempo necessario per riempire i letti di crescita con la portata dell'acqua in ingresso. Se si utilizza un sifone a campana si deve regolare la portata d'acqua in modo da assicurare il funzionamento automatico del sifone. La portata dell'acqua deve essere sufficiente per attivare il sifone, ma non tanto forte da impedirne l'arresto dell'aspirazione.

Preparazione unità NFT e DWC

Assicurarsi che l'acqua che scorre in ogni tubo o canale di coltivazione scorra con una velocità corretta (1-2 litri/min per NFT; 1-4 ore di permanenza per DWC). Portate più elevate hanno un impatto negativo sulle radici delle piante, mentre intensità di flusso minori non forniscono quantità adeguate di nutrienti o ossigeno.

8.2.2 Ciclaggio del sistema e creazione del biofiltro

Una volta che l'unità ha superato i controlli dei componenti iniziali ed è in funzione da 2-3 giorni senza problemi, è il momento di attivare il ciclaggio dell'unità. Come discusso nel Capitolo 5, il ciclaggio del sistema è il termine che descrive il processo iniziale di formazione di una colonia batterica in una nuova unità acquaponica. Normalmente, questo è un processo che dura 3-6 settimane e che richiede l'introduzione nel sistema di una fonte di ammoniaca per alimentare i batteri nitrificanti e favorirne la proliferazione. I passaggi coinvolti sono stati descritti nel Capitolo 5 e dovrebbero essere eseguiti per ogni nuova unità.

Durante il ciclaggio, è fondamentale verificare i livelli di ammoniaca, nitriti e nitrati ogni 3-5 giorni per assicurarsi che le concentrazioni di ammoniaca non diventino dannose per i batteri (> 4 mg/litro). Se ciò accadesse, è necessario un ricambio d'acqua. L'unità termina il processo di ciclaggio quando i livelli di nitrati iniziano a salire e i valori di ammoniaca e nitrito diminuiscono approssimandosi allo zero.

8.3 Pratiche di gestione delle piante

Le piante possono essere trapiantate nel sistema non appena i nitrati vengono rilevati. Ci si deve aspettare che queste prime piante crescano lentamente e che presentino alcune carenze temporanee, poiché la possibilità di approvvigionamento di sostanze nutritive nell'acqua è temporaneamente ridotto. Si consiglia di attendere 3-4 settimane per consentire la formazione di sostanze nutritive. In generale, i tassi di crescita nei sistemi acquaponici sono leggermente inferiori rispetto al suolo o alla produzione idroponica nelle prime sei settimane. Tuttavia, una volta costituita all'interno dell'unità una sufficiente quantità di elementi nutritivi (1-3 mesi) i tassi di crescita vegetale diventano 2-3 volte più veloci che nel terreno.

8.3.1 Sintesi delle linee guida per l'impianto delle colture

Scelta delle piantine

È meglio avviare un nuovo sistema acquaponico con piante robuste a crescita rapida con un basse esigenze di nutrienti. Ad esempio si possono scegliere verdure a foglia verde, come insalate o piante azotofissatrici, come fagioli o piselli. Dopo 2-3 mesi, il sistema è pronto per fornire una maggiore fruttificazione con ortaggi che richiedono una maggiore quantità di sostanze nutritive.

Sesto di impianto

Le piantine possono essere trapiantate utilizzando una spaziatura leggermente più densa rispetto alla maggior parte delle colture in pieno campo perché in acquaponica le piante non competono per acqua e sostanze nutritive. Anche in questo caso, le piante hanno ugualmente bisogno di spazio sufficiente per raggiungere la loro dimensione finale e per evitare una eccessiva competizione per la luce, che avrebbe ridotto la loro qualità commerciale, favorendo la crescita vegetativa anziché dei frutti. Inoltre, vanno considerati gli effetti dell'ombreggiamento delle piante adulte, che consentono la coltivazione contemporanea di specie tolleranti all'ombra accanto a piante di taglia più alta.

Integrazione di ferro

Alcune nuove unità acquaponiche presentano carenze di ferro nei primi 2-3 mesi di funzionamento, dato che il ferro è importante durante le prime fasi della crescita vegetale e non è abbondante nell'alimentazione dei pesci. Pertanto, può essere necessario inizialmente aggiungere ferro chelato (ferro solubile in polvere) all'unità per soddisfare le esigenze degli impianti. La raccomandazione è quella di aggiungere 1-2 mg/litro per i primi 3 mesi di avvio di un'unità, eventualmente proseguendo fino a quando sono evidenti carenze di ferro. Il ferro chelato in polvere può essere acquistato dai fornitori di prodotti per l'agricoltura. Il ferro può anche essere integrato utilizzando un fertilizzante organico sicuro per i sistemi acquaponici come compost o estratto di alghe, in

quanto il ferro è abbondante in entrambi. Il paragrafo 9.1.1 presenta i diversi fertilizzanti organici adatti ai sistemi acquaponici.



Fig. 8.2 - Esempi di vivaio (a) e semenzaio di lattuga (b)

8.3.2 Creazione di un vivaio

Le verdure sono la produzione più importante per la produzione acquaponica su piccola scala. È essenziale che solo piantine sane e forti siano coltivate. Inoltre, il metodo di impianto utilizzato deve evitare il più possibile lo shock da trapianto. Così, si raccomanda di allestire un semplice vivaio per garantire un'adeguata disponibilità di piantine sane, pronto per essere trapiantate nelle unità acquaponiche. È sempre meglio avere un eccesso di piante pronte per entrare nel sistema, piuttosto che restare in attesa di piantine pronte per il trapianto, costituendo così una fonte di ritardo nella produzione.

Un semplice semenzaio può essere costruito con tavole di legno e un foglio di polietilene, come mostrato in Figura 8.2. L'acqua viene pompata nel germinatoio per circa mezz'ora al giorno (controllata da un semplice timer elettrico), consentendo all'acqua e all'umidità di penetrare nei substrati di germinazione. L'acqua viene poi scaricata lentamente in un serbatoio sottostante. Questo ciclo viene ripetuto ogni giorno al fine di prevenire il ristagno idrico nel semenzaio. Troppa umidità aumenta il rischio di infezioni fungine. I vassoi di germinazione di polistirene sono adagiati nel germinatoio e vengono riempiti con terriccio, substrati inerti come lana di roccia, torba, fibra di cocco, vermiculite, perlite oppure mescolando vari tipi di substrati di coltivazione. In alternativa ai vassoi di germinazione si possono usare anche materiali riciclabili come semplici scatole vuote di uova (Figura 8.3). Scegli i vassoi di germinazione che consentono una distanza adeguata tra le piantine per favorire una buona crescita senza competizione per la luce. Il box4 elenca i sette passaggi necessari per la semina dei semi.



Fig. 8.3 - Vassoio di uova riciclato come vassoio di germinazione



Fig. 8.4 - Semina diretta su un letto di crescita usando fibra di cotone per trattenere l'umidità

Semina diretta nei letti di crescita

È possibile seminare direttamente nel letto di crescita (Figura 8.4). Se si utilizza un meccanismo flood-and-drain (ad esempio un sifone a campana) i semi possono essere risucchiati e spostati. Quindi il sifone dovrebbe essere rimosso durante la semina e la germinazione, per poi essere ripristinato quando appaiono le prime foglie.

8.3.3 Trapianto delle piantine

Il trapianto di piantine ottenute dai letti di crescita non è consigliabile; dovrebbe essere fatto solo se strettamente necessario. In questo caso, tutto il suolo deve essere rimosso dal sistema radicale molto dolcemente (Figura 8.5) perché può portare patogeni per i vegetali. Questo processo di lavaggio è molto stressante per le piantine e si possono perdere fino a 4-5 giorni di accrescimento prima che le piante si siano adattate alle nuove condizioni. Quindi, è preferibile far germinare i semi utilizzando supporti inerti (lana di roccia, vermiculite o fibra di cocco) nei vassoi di germinazione. In questo modo, le piantine possono essere trapiantate con uno shock minimo. Dai vasi possono essere trapiantate anche piante più grandi, ma anche in questo caso il suolo deve essere rimosso. Evitare di effettuare il trapianto a metà del giorno perché le radici delle piante sono estremamente sensibili alla luce diretta del sole e le foglie devono affrontare lo stress idrico a causa delle nuove condizioni di crescita. Si consiglia di trapiantare al crepuscolo così le giovani piantine hanno una notte per adattarsi al nuovo ambiente prima del sole mattutino.



Fig. 8.5 - Piantina di lattuga con le radici pulita dal terreno prima di essere trasferite nell'unità acquaponica



Fig. 8.6 - Procedura passo passo per trapiantare un semenzale in una unità a letto di crescita: (a) rimuovere il semenzale dal vassoio di germinazione; (b) scavare una buchetta nel substrato; (c) piantare il semenzale; (d) riempire la buchetta con il substrato.

BOX 4

Sette passi per seminare utilizzando vassoi di germinazione fatti in casa

- 1) Riempire un vassoio vuoto o un altro vassoio con un substrato di coltura come il terriccio, compost o fibra di cocco.
- 2) Depositare i semi in fori a circa 0,5 cm di profondità; coprire i fori con il substrato rimanente senza comprimerlo.
- 3) Posizionare il vassoio in un'area ombreggiata e irrigare. I sistemi di irrigazione automatici riducono il lavoro.
- 4) Dopo la germinazione e l'emergenza e quando appaiono le prime foglie, e i semenzali cominciano a irrobustirsi metterli per alcune ore al giorno alla luce sempre più intensa.
- 5) Fertilizzare le piantine una volta alla settimana con un concime organico delicato ad alto titolo in fosforo al fine di rafforzare le loro radici (facoltativo).
- 6) Continuare l'accrescimento delle piantine per almeno due settimane dopo la comparsa della prima foglia per assicurare una adeguata crescita della radice.
- 7) Trapiantare le piantine nel sistema quando si è ottenuto un'adeguata crescita e le piante sono sufficientemente forti. Posizionare i semenzali e i loro contenitori utilizzando un piccolo strumento perforatore.

Trapianto in un letto di crescita

Quando trapiantate in ghiaia vulcanica o in un qualsiasi altro substrato di coltivazione raccomandato nel Capitolo 6, semplicemente spingere lateralmente la ghiaia per ottenere un foro abbastanza grande da contenere la piantina (Figura 8.6). Posizionare la piantina appena più in alto del livello massimo di riempimento del letto di crescita (circa 5-7 cm sotto la superficie della ghiaia) in modo che le radici siano parzialmente sommerse in acqua.

Non piantare troppo in profondità, per evitare il contatto dell'acqua con lo stelo o le foglie che potrebbe causare malattie (soprattutto del colletto).

Trapianto in un sistema NFT

Per trapiantare nei tubi di coltivazione, la piantina deve essere sorretta con una tubo corto o una coppetta contenente 3-4 cm di ghiaia o altri substrati di crescita (Figura 8.7). Il resto della coppetta deve essere riempito con una miscela di ghiaia e un materiale che trattiene l'umidità come il compost o la fibra di cocco. Il substrato deve aiutare a trattenere l'umidità perché le radici delle giovani piante tocchino appena il flusso d'acqua all'interno del tubo di crescita. Se fibra di cocco o compost non sono disponibili, allora qualsiasi substrato standard può andare bene. Dopo una settimana, le radici dovrebbero essere cresciute attraverso la rete all'interno del tubo di coltivazione fino a raggiungere l'acqua che scorre lungo il fondo del tubo. Se necessario, il capillizio radicale può estendersi dal fondo della coppetta fino a raggiungere il flusso d'acqua.



Fig. 8.7 - (a) Preparazione della piantina, del substrato di crescita, della coppetta a rete e del sostegno per una unità NFT; (b) posizionamento della piantina e del substrato nella coppetta a rete; (c) inserimento della coppetta a rete nel tubo di crescita.

Trapianto in un sistema DWC

Come nei sistemi NFT, l'impianto nei sistemi DWC necessita di un supporto come una piccola coppetta a rete riempita con 3-4 cm di substrato inerte (Figura 8.8). Quando la piantina è adeguatamente sostenuta, posizionarlo in uno dei fori realizzati nei fogli di polistirene galleggianti sull'acqua. Il fondo coppetta a rete dovrebbe toccare appena il livello dell'acqua.



Fig. 8.8 - (a) Preparazione della piantina, del substrato di crescita, della coppetta a rete per una unità DWC; (b) posizionamento della piantina e del substrato nella coppetta a rete; (c) inserimento della coppetta a rete nel pannello galleggiante.

8.3.4 Raccolta

Dopo 1-2 mesi, le verdure da foglia verde dovrebbero essere pronte per la raccolta. Dopo tre mesi, il sistema dovrebbe anche avere un quantitativo di base in elementi nutritivi sufficiente per iniziare a coltivare ortaggi da frutto. Nei punti seguenti sono riportate le linee guida generali per la coltivazione delle piante dopo il periodo di “rodaggio” iniziale di tre mesi.

Semina e raccolta scalare

Come illustrato nel Capitolo 6, è necessario sfalsare il trapianto nel tempo al fine di evitare la raccolta contemporanea di tutte le verdure. Se ciò dovesse accadere, i livelli di nutrienti diminuirebbero appena prima della raccolta, e ciò potrebbe creare problemi nutrizionali per le piante che presenterebbero dopo la raccolta un picco nella concentrazione di nutrienti nel sistema, creando effetti negativi per il pesce. Inoltre, sfalsare le attività di trapianto consente la raccolta continua e assicura l'assorbimento costante dei nutrienti e il filtraggio dell'acqua.

Tecniche di raccolta

Quando si effettua la raccolta delle piante mature nei letti di crescita (ad esempio la lattuga), assicurarsi che venga rimossa l'intera radice. Inoltre, scuotere la radice in modo che l'argilla che è intrappolata possa rintonare nell'impianto, nei sistemi NFT e nei tubi o canali DWC assicurarsi che l'intero apparato radicale venga rimosso (Figura 8.9).

Mettere le radici delle piante scartate nel bidone del compost per riciclare i rifiuti dell'impianto. Lasciare pezzetti radici e foglie nel sistema può essere fonte di malattie.



8.3.5 Gestione delle piante in un sistema maturo

Stabilizzazione del pH

E' fondamentale per la buona crescita delle piante mantenere il pH compreso tra 6 e 7, così le piante possono avere accesso a tutti i nutrienti disponibili nell'acqua. Aggiungere piccole quantità sostanza basica ogni volta che ci si avvicina al pH 6,0. Le tecniche per mantenere livelli di pH ottimali sono descritte nella paragrafo 3.6.

Aggiungere acqua piovana o correggere con acido l'acqua particolarmente alcalina solo se il livello di durezza nel sistema acquaponico è troppo alto per i batteri nitrificanti, abbassando il pH a livelli ottimali. Acidificate l'acqua esternamente al sistema, e versare l'acqua nel sistema solo dopo aver controllato il pH.

Fertilizzanti organici

Se si verificano carenze, è necessario aggiungere sostanze nutrienti esterne. Un fertilizzante liquido organico può essere utilizzato sia come fertilizzante fogliare diluito o versato direttamente nella zona delle radici. Il capitolo 9 tratterà dei metodi per la produzione di fertilizzanti fatti in casa che siano semplici e sicuri per l'acquaponica. Sono raccomandati infusi di compost e di alghe. Le carenze sono state trattate nel paragrafo 6.2.3. e spesso si verificano quando ci sono troppe piante per il numero dei pesci o quando la loro alimentazione è ridotta durante i mesi invernali. Prima di aggiungere fertilizzanti controllare il pH per assicurarsi che non vi sia nessuna immobilizzazione dei nutrienti.

Parassiti e malattie

Mettete in atto tutte le strategie per prevenire le malattie usando le tecniche IPPD trattate nel paragrafo 6.5. Se i parassiti restano un problema, iniziare la lotta utilizzando le tecniche di rimozione meccanica. Utilizzare solo rimedi che siano sicuri per l'ambiente acquaponico, come ad esempio: estratti di piante o repellenti, insetticidi biologici (*Bacillus thuringiensis* e *Beauveria bassiana*), saponi delicati, cenere, oli vegetali o estratti di oli essenziali, trappole cromatiche/attrattive. In ogni caso, evitare che gli spruzzi di prodotti raggiungano l'acqua.

Rispetto della stagionalità delle colture

In una certa misura, il metodo di produzione alimentare acquaponico offre la possibilità di estendere la coltivazione lungo tutte le stagioni, soprattutto se l'impianto è alloggiato all'interno di una serra. Tuttavia, è fortemente raccomandato di seguire la locale stagionalità delle colture. Le piante crescono meglio nelle condizioni ambientali a cui si sono adattate.

8.3.6 Piante – Sommario

-] Coltivate piante con basse esigenze nutrizionali per i primi mesi, vale a dire la lattuga e fagioli /piselli.
-] Piante con elevate esigenze nutrizionali possono essere coltivate dopo i primi 3-6 mesi.
-] Impiegate piante adatte alla coltivazione acquaponica secondo la stagione.
-] Organizzate un vivaio per garantire un numero sufficiente di piantine sane.
-] Trapiantate nel sistema piantine forti, che abbiano una radice ben sviluppata.
-] Rimuovete delicatamente il substrato in eccesso dalle radici prima di piantarle nel sistema.
-] Lasciate una distanza sufficiente tra le piante in base alla loro dimensione a maturità.
-] Pianificate una raccolta scalare.
-] Utilizzare fertilizzanti organici se si verificano carenze.
-] Mantenete una adeguata qualità dell'acqua, in particolare un pH di 6-7.

8.4 Pratiche di gestione dei pesci

L'introduzione del pesce in un nuovo impianto di coltivazione acquaponica è un evento importante. Per effettuare l'immissione è meglio aspettare fino a quando il processo di ciclaggio iniziale sia del tutto completato e il biofiltro sia pienamente funzionante. Idealmente quando l'ammoniaca e i nitriti sono a zero e i nitrati iniziano a salire, questo è il momento più sicuro per introdurre il pesce. Se si decide di aggiungere il pesce prima che sia completato il ciclaggio è opportuno incominciare con una quantità ridotta di pesci. Questa situazione sarà molto stressante per il pesce e potranno essere necessari svariati ricambi d'acqua. Il ciclaggio con i pesci in vasca può richiedere più tempo di quello senza il pesce.

Ciclaggio.

Il pesce deve essere adeguatamente acclimatato alla nuova acqua. Assicurarsi che non vi sia un divario troppo elevato di temperatura e pH rispetto all'acqua di provenienza e acclimatate sempre il pesce lentamente (come descritto nella Sezione 7.5). Al momento dell'acquisto degli avannotti da un vivaio, assicurarsi che i pesci siano sani e controllateli attentamente per riscontrare eventuali sintomi di malattia.

8.4.1 Alimentazione e crescita dei pesci

Il metodo di calcolo del mangime per pesci, cioè l'individuazione dell'esatto indice di conversione (FCR) che descrive con quale efficienza un animale trasforma il suo cibo in crescita corporea ha bisogno di ulteriori approfondimenti.

Utilizzando lo stesso esempio dalla sezione 8.1.1, la biomassa di riferimento per una vasca da 1000 litri è di 10-20 kg. Nel periodo della raccolta questo corrisponderebbe ad una quarantina di tilapie. Tuttavia durante i primi 2-3 mesi, i pesci sono piccoli e non mangiano tanto quanto è stato calcolato nell'esempio (200 g di mangime al giorno) dunque non a sufficienza per fornire sostanze nutritive per tutti i letti di coltivazione. Più in particolare, avannotti che pesano circa 50 grammi possono mangiare giornalmente circa il 3 per cento del loro peso corporeo al giorno. Pertanto, una dotazione iniziale di 40 avannotti peserebbe 2000 g tutti insieme mangerebbero circa 60 g di mangime al giorno.

Una bassa densità iniziale è una pratica corretta per i sistemi acquaponici "immaturi" perché dà al biofiltro ulteriore tempo per svilupparsi consente più il tempo alle piante per crescere e filtrare più nitrati. Si raccomanda di stimare l'alimentazione basata sul peso corporeo, ma anche di monitorare attentamente il comportamento alimentare dei pesci e di regolare la razione di conseguenza giacché quando i pesci crescono iniziano a mangiare di più. Inoltre, ove possibile, si raccomanda di fornire una dieta relativamente più ricca di proteine per gli avannotti.

Dopo 2-3 mesi di alimentazione a questo ritmo, i 40 pesci (tilapie nell'esempio NdR) saranno cresciuti fino a 80-100 grammi ciascuno e peseranno complessivamente 3.200-4.000 g. A questo punto dovrebbero essere in grado di mangiare 80-100 g di mangime al giorno, che è ancora solo la metà quanto calcolato nell'esempio precedente. Continuate ad alimentare i pesci fino a quando richiedono cibo ma aumentate la razione lentamente per evitare che il cibo vada sprecato. Nel giro di pochi mesi, questi stessi pesci avranno raggiunto un peso 500 g, con una biomassa totale di 20.000 grammi e mangeranno 200 g di mangime per pesci al giorno. Per tilapia allevate in un'acqua di buona qualità a 25 ° C, ci vogliono 6-8 mesi per crescere dalla dimensione di immissione di 50 g di una dimensione raccolta di 500 g.

Assicurarsi di suddividere l'alimentazione in razioni alla mattina e al pomeriggio. Inoltre il novellame spesso beneficia anche di un'alimentazione supplementare ogni tanto. Dividere la razione giornaliera in più somministrazioni è corretto per il pesce e lo è ancor di più per le piante perché beneficiano di una distribuzione uniforme di nutrienti nell'arco di tutta la giornata. Distribuire il mangime sull'intera superficie dell'acqua così tutti i pesci possono mangiare senza ferirsi l'un l'altro o colpire il bordo della vasca. Evitare di spaventare i pesci durante l'alimentazione astenendosi dal compiere movimenti improvvisi. Stare fermi e osservare i pesci. Rimuovere sempre qualsiasi cibo non consumato dopo 30 minuti, e regolare la successiva razione alimentare di conseguenza. Se non c'è cibo avanzato dopo 30 minuti bisogna aumentare la razione, se avanza occorre diminuire la razione.

Un indicatore importante di pesce sano è un buon appetito, quindi è importante osservare il comportamento alimentare generale. Se l'appetito diminuisce o l'alimentazione si ferma del tutto, questo è in generale segno che qualcosa non va nell'impianto (con ogni probabilità legato alla scarsa qualità dell'acqua). Inoltre, l'appetito dei pesci è direttamente correlato alla temperatura dell'acqua, in particolare per i pesci tropicali come la tilapia, quindi ricordatevi di regolare il cibo o addirittura smettere di alimentare i pesci durante i freddi mesi invernali.

8.4.2 Raccolta e stoccaggio sfalsati

Una costante biomassa di pesci nelle vasche assicura un rifornimento costante di sostanze nutritive per le piante. Questo assicura che i pesci mangino la quantità di mangime calcolato secondo il rapporto FCR. L'esempio precedente mostra come la razione alimentare dipende dalle dimensioni del pesce e gli avannotti non sono in grado di mangiare abbastanza mangime per alimentare l'intera area in crescita vegetale con adeguate quantità di nutrienti. Per ottenere una biomassa costante nelle vasche dei pesci, dovrebbe essere adottato un metodo di stoccaggio sfalsato. Questa tecnica comporta il mantenimento di tre classi, o coorti, di pesci all'interno dello stesso sistema. Circa ogni tre mesi, i pesci adulti (500 g ciascuno) vengono raccolti ed immediatamente immessi nuovi avannotti (50 g ciascuno). Questo metodo evita di raccogliere tutti i pesci in una volta e conserva biomassa coerente con le necessità di nutrimento delle piante.

La tabella 8.2 illustra i tassi di crescita potenziale della tilapia in una vasca per più di un anno con il metodo dello stoccaggio sfalsato. L'aspetto importante di questa tabella è che il peso totale del pesce varia tra 10-25 kg, con una biomassa media di 17 kg. Questa tabella è una guida di base che descrive le condizioni ottimali per l'allevamento dei pesci. In realtà alcuni fattori come la temperatura dell'acqua e gli ambienti stressanti per i pesci potranno generare differenze nei valori qui presentati.

Se non è possibile avere avannotti regolarmente, un sistema acquaponico può essere gestito anche allevando un maggior numero di novellame e raccogliendolo progressivamente durante la stagione mantenendo una biomassa stabile per alimentare le piante. La tabella 8.3 mostra il caso di un sistema rifornito ogni sei mesi con avannotti di tilapia da 50 g. In questo caso, il primo raccolto inizia dal terzo mese in poi.

TABLE 8.2

Potential growth rates of tilapia in one tank over a year using the staggered stocking method

| Month | Dec. | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. |
|----------------------|-------------|------|------|------|-------|-------|-----------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|-----------------|
| Stocking round | Weight (kg) | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1.5 | 3.75 | 6.0 | 8.25 | 10.5 | 12.75 | 15.0* | | | | | | |
| 2 | | | | 1.5 | 3.75 | 6.0 | 8.25 | 10.5 | 12.75 | 15.0* | | | |
| 3 | | | | | | | 1.5 | 3.75 | 6.0 | 8.25 | 10.5 | 12.75 | 15.0* |
| 4 | | | | | | | | | | 1.5 | 3.75 | 6 | 8.25 |
| 5 | | | | | | | | | | | | | 1.5 |
| Total fish mass (kg) | 1.50 | 3.75 | 6.0 | 9.75 | 14.25 | 18.75 | 24.75-9.75 | 14.25 | 18.75 | 24.75-9.75 | 14.25 | 18.75 | 24.75-9.75 |
| Action | | | | | | | Restock harvest | | | Restock harvest | | | Restock harvest |

Note:

Avannotti di tilapia (50 g/pesce × 30 pesci = 1,5 kg) sono immessi ogni tre mesi. Ogni pesce che raggiunge la misura di raccolta (500 g/pesce × 30 pesci = 15 kg) in sei mesi. L'asterisco indica il momento della raccolta. Questa tabella serve solamente come guida teorica per illustrare la raccolta sfalsata e lo stoccaggio in condizioni ideali

Varie combinazioni di frequenza di introduzione del pesce, numero e peso di pesci possono essere applicate, a condizione che la biomassa dei pesci sia al di sotto del limite massimo di 20 kg/m³. Se i pesci sono di entrambi i sessi, la raccolta deve innanzitutto privilegiare le femmine per evitare la loro riproduzione quando raggiungono la maturità sessuale all'età di cinque mesi. La riproduzione diminuisce l'accrescimento dell'intera coorte. Nel caso di allevamenti di Tilapia di entrambi i sessi, i pesci possono essere inizialmente inseriti in una gabbia e i maschi possono essere lasciati liberi nella vasca dopo le operazioni di sessaggio. Va ricordato che gli adulti di tilapia, pesce gatto e trota si comportano da predatori nei confronti dei loro fratelli più piccoli se sono allevati insieme. Una tecnica per mantenere tutti questi pesci in modo sicuro nella stessa vasca è quello di isolare i più piccoli in un telaio galleggiante. Questo telaio è essenzialmente una gabbia galleggiante, che può essere costruita come un cubo utilizzando come telaio con tubo in PVC ricoperto con una rete di plastica. È importante assicurarsi che i pesci più grandi non possano entrare nella gabbia

galleggiante dalla parte superiore, quindi assicurarsi che i lati della gabbia sporgano almeno 15 cm sopra il livello dell'acqua. Ognuna delle classi di dimensioni vulnerabili dovrebbe essere tenuta all'interno di telai galleggianti separati dai pesci presenti nella parte principale della vasca. Appena i pesci si sviluppano abbastanza da non essere più in pericolo, possono essere spostati nella vasca principale. Con questo metodo è possibile avere fino a tre diverse categorie di pesi nella stessa vasca, quindi è importante che la dimensione del pellet possa essere consumata dai pesci di tutte le dimensioni. I pesci in gabbia hanno anche il vantaggio di poter essere strettamente controllati per determinare l'FCR misurando l'incremento di peso e il peso dell'alimentazione durante il periodo di compartimentazione.

NdR: Comodissimo per tener separati piccoli pesci può essere [questa tete Ikea a prezzo contenuto](#).

TABLE 8.3

Potential growth rates of tilapia in one tank over a year using a progressive harvest technique

| Month | Dec. | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. |
|-------------------------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| Stocking round 1 | | | | | | | | | | | | | |
| Number of fish in tank | 80 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 10 | | | | | |
| Fish weight (g) | 50 | 125 | 200 | 275 | 350 | 425 | 500 | 575 | | | | | |
| Cohort biomass (kg) | 4 | 10 | 14 | 17 | 18 | 17 | 15 | 5.8 | | | | | |
| Stocking round 2 | | | | | | | | | | | | | |
| Number of fish in tank | | | | | | | 80 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 |
| Fish weight (g) | | | | | | | 50 | 125 | 200 | 275 | 350 | 425 | 500 |
| Cohort biomass (kg) | | | | | | | 4 | 10 | 14 | 17 | 18 | 17 | 15 |
| Total tank biomass (kg) | 4 | 10 | 14 | 17 | 18 | 17 | 19 | 15.8 | 14 | 17 | 18 | 17 | 15 |

Note:

Avannotti di tilapia sono immessi ogni sei mesi. La raccolta sfalsata avviene a partire dal terzo mese per mantenere il pesce complessivamente al di sotto della biomassa massima di allevamento di 20 kg/m³. La tabella mostra il peso teorico di ogni lotto di pesce raccolto nel corso dell'anno se i pesci sono allevati in condizioni ideali.

8.4.3 Pesci – riepilogo

- Se possibile, aggiungere i pesci solo dopo che il processo di ciclaggio dell'acqua senza pesce è completato.
- Alimentare il pesce due volte al giorno con la quantità di pellet che riesce a consumare nell'arco di 30 minuti. Rimuovere sempre gli alimenti non consumati dopo 30 minuti, regolando di conseguenza la quantità di cibo da somministrare. Bilanciare la quantità di mangime in rapporto al FCR ed evitare evitare sovra o sottoalimentazione del pesce.
- l'appetito dei pesci è direttamente correlato alla temperatura dell'acqua, in particolare per i pesci d'acqua calda come la tilapia, quindi ricordatevi di regolare alimentazione durante i freddi mesi invernali.
 - Un avannotto di tilapia (50 g) in condizioni ideali raggiungerà le dimensioni di raccolta (500 g) in 6-8 settimane. La tecnica dello stoccaggio sfalsato prevede l'immissione di nuovi avannotti ogni volta che i pesci adulti sono raccolti. Questa tecnica offre la possibilità di mantenere relativamente costante la biomassa, il tasso di alimentazione e la concentrazione di nutrienti disponibili per le piante.

8.5 Pratiche gestionali di routine

Qui di seguito elenchiamo le attività quotidiane, settimanali e mensili da eseguire per garantire che il sistema acquaponico sia sempre perfettamente funzionante. Le attività descritte devono essere trasformate in liste di controllo (check list) sulla base delle quali tenere regolari registrazioni. In

questo modo anche qualora si avvicendassero nella gestione dell'impianto più operatori ciascuno saprebbe sempre cosa c'è da fare.

8.5.1 Attività quotidiane

- Verificare che le pompe dell'acqua e dell'aria stiano lavorando bene ed eliminare eventuali ostruzioni.
- Verificare il flusso dell'acqua.
- Controllare il livello dell'acqua e aggiungere acqua per compensare l'evaporazione, se necessario.
- Controllare l'eventuale presenza di perdite.
- Controllare la temperatura dell'acqua.
- Alimentare il pesce (2-3 volte al giorno, se possibile), rimuovere gli alimenti non consumati e regolare la quantità di alimentazione.
- Ad ogni alimentazione verificare il comportamento e l'aspetto del pesce.
- Controllare le piante per verificare la presenza di eventuali parassiti.
Gestire i parassiti, se necessario.
- Rimuovere eventuali pesci morti. Rimuovere eventuali residui di piante, rametti e radici.
- Rimuovere i solidi dal filtro chiarificatore e risciacquare eventuali filtri.

8.5.2 Attività settimanali

- Eseguire test di qualità delle acque per il pH, l'ammoniaca, nitriti e nitrati.
- Regolare il pH, se necessario.
- Controllare le piante osservando eventuali segnali di carenze. Aggiungere fertilizzante organico, se necessario.
- Eliminare le deiezioni di pesce dal fondo delle vasche e nel biofiltro.
- Piantare e raccogliere le verdure, secondo le necessità.
- Raccogliere il pesce, se necessario.
- Verificare che le radici delle piante non siano d'ostacolo al flusso dell'acqua nei tubi.

8.5.3 attività mensili

- Aggiungere nuovi pesci nelle vasche, se necessario.
- Pulire il biofiltro, il filtro separatore e tutti i filtri.
- Pulire il fondo della vasca dei pesci con il retino.
- Pesare un campione di pesce e controllarlo accuratamente per rilevare i sintomi di qualsiasi malattia.

8.6 Sicurezza sul lavoro

La sicurezza è importante sia per l'operatore sia per il sistema stesso. L'aspetto più pericoloso di un sistema acquaponico è la vicinanza di energia elettrica e acqua, è necessario dunque prendere le corrette precauzioni. Anche la sicurezza alimentare è importante per essere certi che eventuali agenti patogeni non contaminino il cibo umano. Infine, è importante prendere precauzioni per evitare che siano gli stessi esseri umani a introdurre agenti patogeni nel sistema.

8.6.1 Sicurezza elettrica

Utilizzare sempre un dispositivo salvavita. Questo è un tipo di interruttore che interrompe l'alimentazione elettrica al sistema se questa viene in contatto con l'acqua. L'opzione migliore è quella di fare installare da un elettricista un salvavita sul contatore elettrico principale. In alternativa, nei negozi specializzati sono disponibili interruttori salvavita (il cui funzionamento è simile a quelli che si trovano negli asciugacapelli) da posizionare sulle linee. Proteggere cavi, prese e spine dagli agenti meteorologici, soprattutto pioggia, spruzzi d'acqua e umidità. A tal fine si usano scatole di collegamento per uso esterno. Controllare spesso e di conseguenza sostituire fili

a vista, cavi sfilacciati o componenti difettosi. Utilizzare “fermagoccia”, dove necessario per evitare che l’acqua scenda lungo un filo fino alla giunzione.

8.6.2 Sicurezza alimentare

Dovrebbero essere adottate corrette pratiche agricole per ridurre, per quanto possibile, qualsiasi pericolo di malattie di origine alimentare, molte di queste pratiche standard si possono applicare anche nei sistemi acquaponici. La prima e la più importante di queste pratiche è semplice: tenere tutto sempre pulito. La maggior parte delle malattie che colpiscono gli esseri umani sono state introdotte nel sistema dagli stessi lavoratori. Utilizzare le corrette tecniche di lavaggio delle mani. Quando effettuate la raccolta degli ortaggi, non lasciare il prodotto a contatto con l’acqua, non lasciare le mani bagnate o guanti bagnati a contatto con i prodotti. Lavare sempre i prodotti vegetali dopo la raccolta e di nuovo prima del consumo.

In secondo luogo, impedire al terreno e alle feci di entrare nel sistema. Non posizionare non mettere a terra gli strumenti di raccolta. Impedire a parassiti, come i ratti, di entrare nel sistema e tenere gli animali domestici e il bestiame lontano dalla zona. Gli animali a sangue caldo, spesso portano malattie che possono essere trasferite agli esseri umani. Evitare che gli uccelli contaminino il sistema utilizzando reti e sistemi deterrenti. Se si utilizza acqua piovana fare in modo che gli uccelli non siano appollaiati sulla zona di raccolta. Preferibilmente non toccare il pesce, le piante o le superfici con le mani nude, ma utilizzare guanti monouso.

8.6.3 Sicurezza generale

Spesso gli impianti acquaponici, le fattorie e giardini in genere, hanno altri rischi generali che possono essere evitati con semplici precauzioni. Evitare di lasciare che i cavi di alimentazione, le linee d’aria o i tubi intralcino le passerelle, in quanto possono rappresentare un pericolo per gli spostamenti. Acqua e media sono pesanti, utilizzare tecniche appropriate di sollevamento. Indossare guanti protettivi quando si lavora con il pesce per evitare le spine. Trattare eventuali graffi e tagli subito con pronto soccorso in dotazione: lavaggio, disinfezione e bendaggio della ferita. Consultare un medico, se necessario. Non lasciate che sangue o fluidi corporei entrino nel sistema e non lavorate con ferite aperte. Quando si costruisce il sistema, utilizzate con attenzione seghe, trapani e altri attrezzi.

Mantenere acidi e soluzioni basiche in aree di stoccaggio sicuree prestate attenzione durante la manipolazione di queste sostanze chimiche. Tenere sempre tutte le sostanze chimiche e gli oggetti pericolosi correttamente conservati e lontano dai bambini.

8.6.4 Sicurezza – sintesi

- Utilizzare salvavita sui componenti elettrici per evitare scosse.
- Proteggere i collegamenti elettrici da pioggia, schizzi e umidità utilizzando la corretta attrezzatura.
- Adottare adeguate pratiche agricole per evitare la contaminazione dei prodotti.
- Tenere sempre gli strumenti di raccolta puliti, lavare spesso le mani e indossare guanti.
- Non lasciate che feci animali contaminino il sistema.
- Non contaminare il sistema utilizzando mani nude nell’acqua.
- Evitare rischi negli spostamenti, mantenendo i luoghi di lavoro sempre sgombri.
- Indossare guanti durante la manipolazione di pesce.
- Lavare e disinfettare immediatamente le ferite. Non lavorare con ferite aperte.
- Non lasciare che il sangue entri nel sistema.
- Fare attenzione con utensili elettrici, sostanze chimiche pericolose e indossare indumenti protettivi.

8.7 Risoluzione dei problemi

Nella Tabella 8.4 allegata sono elencati i problemi più comuni durante l’esercizio di un impianto acquaponico. Se qualcosa sembra anormale, controllare immediatamente la pompa dell’acqua e

dell'aria. Bassi livelli di ossigeno disciolto dovuti a perdite accidentali, sono la prima minaccia in un sistema acquaponico. Finché l'acqua scorre, il sistema non è in una fase di emergenza e il problema può essere affrontato in modo sistematico e con calma. Il primo passo è sempre quello di condurre un'analisi completa della qualità delle acque. Conoscere la qualità dell'acqua fornisce un feedback essenziale per stabilire come risolvere qualsiasi problema.

TABLE 8.4
Troubleshooting for common problems in aquaponic systems

| Situation | Reason | Problem | Solution |
|---|--|---|---|
| 1) Electricity/pump and system problems | | | |
| Pump not working; electricity is off. | No electric power. | DO will decrease. | <ol style="list-style-type: none"> 1) If electricity supply is unreliable, a DC backup power system should be installed. 2) Take water from the sump tank and pour into the fish tank, temporarily replenishing oxygen levels; repeat this process every 1–2 hours until power returns. 3) Install a 200 litre container above the fish tank that can release a slow stream of water into the fish tank, creating bubbles. |
| Pump not working; electricity is on. | Pump is either broken, faulty or clogged. | DO will decrease. | Check and clear any obstructions on pre-filter or in pipes. Replace pump immediately, if faulty. |
| Pool of water underneath system or water unusually low. | Leaks or cracks. | All water will drain out, stressing and eventually killing the fish and plants. | Fix any leaks or holes immediately. Use standpipe to prevent fish tank from losing water. Replenish water. |
| Water in system and sides of fish tank looks green. | Algal bloom. | DO will decrease. | Shade the system, and physically remove mature blooms of algae. |
| 2) Water quality problems | | | |
| Ammonia or nitrite > 1 mg/litre. | <ol style="list-style-type: none"> 1) The bacteria are not functioning. 2) Too many fish for the size of the biofilter. 3) Accumulated non-living biomass: uneaten food, dead fish, solid wastes. | Fish will be stressed and die. | <ol style="list-style-type: none"> 1) Immediately change 1/3–1/2 of system water with new water. 2) Remove all uneaten food, dead fish or build-up of solid waste in the tank. 3) Stop feeding until levels decrease. 4) Make sure pH and temperature are optimum for bacteria. 5) If nitrite is high, add 1 g of salt for every litre to immediately neutralize the toxic water quality threat. Afterwards, change the entire water volume over a period of 2 weeks. 6) Recalculate component ratios, biofilter size and feeding regime. |
| Nitrate levels > 120 mg/litre for a number of weeks. | High feed rate ratio. | No immediate problems, but toxicities may occur if nitrate keeps increasing. | Exchange water and use dumped water to irrigate crops. |
| Carbonate hardness (KH) is 0 mg/litre. | All of the carbonate is used by the acid created in the aquaponic unit. | The pH of the water will change quickly, stressing the fish and plants. | Add calcium carbonate (limestone gravel or shells) to the unit. |

| | | | |
|--|--|---|---|
| Water temperature is too high (>33 °C) or too low (<15 °C). | Climate. | If temperature is too high: fish will stop eating and plants will begin to wilt and die. If temperature is too low: bacteria will stop working, some fish may not eat. | 1) In summer, make sure system tanks are shaded so the water stays relatively cool. 2) In winter, first isolate and then insulate the fish tanks. Then, use solar or electric heaters, and reduce the amount of fish food and vegetables growing in the unit. 3) Change fish species with ones more appropriate for that climate. |
| 3) Fish problems | | | |
| Fish are piping at water surface. | Oxygen levels are too low. | Fish will be highly stressed and die. | 1) Make sure electricity is on and pump is fully working. 2) Make sure the bell siphon and air pumps are functional. 3) Make sure system tanks are fully covered to reduce temperature. 4) Add supplemental aeration. |
| Fish are not eating | 1) DO is low. 2) Ammonia and/or nitrite are too high. 3) pH is too high or too low. 4) Fish have diseases. | Fish are stressed and will develop disease or die. | 1) Perform water quality tests for ammonia, pH, nitrite and nitrate. 2) Identify why fish are stressed (pH increase, ammonia or nitrite increase, oxygen decrease, organic pollution, disease) and fix the problem. |
| Water temperature is too high (>33 °C) or too low (<15 °C). | Climate. | If temperature is too high: fish will stop eating and plants will begin to wilt and die. If temperature is too low: bacteria will stop working, some fish may not eat. | 1) In summer, make sure system tanks are shaded so the water stays relatively cool. 2) In winter, first isolate and then insulate the fish tanks. Then, use solar or electric heaters, and reduce the amount of fish food and vegetables growing in the unit. 3) Change fish species with ones more appropriate for that climate. |
| 4) Plant problems | | | |
| Plants are not growing and/or leaves are changing colour. | Plants are deficient in some essential nutrients (or temperature is too high for certain plants, plants are diseased). | Plants will not grow or produce fruit. | 1) Make sure water quality is optimum for plants. 2) Check nitrate levels: if they are too low, slowly increase fish feed per day. 3) Check if there is any root/stem disease. 4) Add aquaponic-safe fertilizer to plants. |
| Nitrate levels are high yet plants leaves are yellowing | 1) pH is not at optimal level (too high or low). 2) Plants are deficient in some essential nutrients. | Plants will not grow fully or produce fruit. | 1) Check if the yellowing is on new or old leaves. If on new, add iron up to 3 mg/ litre. 2) Check pH and adjust if it is not optimum. 3) Add aquaponic-safe fertilizer such as compost or seaweed tea to plants. |
| Vegetables surrounding the water entry pipe are thriving while other vegetables farther away are struggling. | Vegetables around the entry pipe are taking up all the nutrients. | Uneven growth of vegetables in media beds. | 1) Spread the water all around the grow beds using irrigation pipe with small holes. 2) Remove the media bed standpipe every day to flush the water in the media bed out into the sump tank. 3) Check nitrate levels; if too low, slowly increase fish feed given per day. |

8.8 Ricapitolando

I dieci aspetti più importanti della gestione di un sistema acquaponico sono:

- osservare e monitorare il sistema di tutti i giorni.
- Garantire un'adeguata aerazione e la circolazione d'acqua con pompe per l'acqua e per l'aria.

- Mantenere una buona qualità dell'acqua:
 - pH 6-7;
 - DO > 5 mg / litro;
 - TAN < 1 mg / litro;
 - Nitriti NO_2^- < 1 mg / litro;
 - Nitrati NO_3^- 5-150 mg / litro;
 - Temperatura di 18-30 ° C.
- Scegliere i pesci e le piante in base al clima stagionale.
- Evitare il sovraffollamento delle vasche dei pesci (< 20 kg / 1000 litri).
- Evitare di sovralimentazione e rimuovere eventuali resti di cibo dopo 30 minuti.
- Rimuovere i rifiuti solidi e mantenere le vasche pulite e ombreggiate.
- Bilanciare il numero di piante, pesci e le dimensioni del biofiltro.
- Coordinare raccolta, ripopolamento / reimpianto per mantenere l'equilibrio.
- Non lasciare che gli agenti patogeni entrino nel sistema a causa di persone o animali e non contaminare i prodotti vegetali lasciando bagnare le foglie con acqua delle vasche del pesce.