

La coltivazione aeroponica

Aeroponics

Martina Puccinelli, Alberto Pardossi e Luca Incrocci

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa

Abstract

Aeroponics is a particular soilless or hydroponic cultivation technique used in greenhouses and in indoor farms. The technical characteristics of aeroponic systems and their advantages, which has recently aroused new interest from the commercial sector, are summarized here.

L'aeroponica è una particolare tecnica di coltivazione fuori suolo, o idroponica, utilizzata in serra o nelle cosiddette *indoor farms*. In questo sistema la pianta è coltivata con le radici libere di crescere in una canaletta chiusa, al buio. Invece di essere immerse in una soluzione stagnante (*floating system*) o ricircolante (*nutrient film technique* o *NFT*), le radici sono frequentemente irrorate (nebulizzate) da una soluzione nutritiva che viene recuperata dal fondo della canaletta e rimessa in circolo.

L'aeroponica trova applicazione in alcuni settori particolari, come la ricerca scientifica e la *vertical farming*. La facilità di accesso all'apparato radicale e di controllo dell'approvvigionamento idrico e minerale rende il sistema aeroponico particolarmente utile nella conduzione di esperimenti volti allo studio dell'assorbimento minerale e/o dello sviluppo dell'apparato radicale. Il sistema aeroponico risulta, inoltre, particolarmente vantaggioso nelle *vertical farms* grazie all'assenza di substrato e al ridotto volume di acqua in circolo che consentono di ridurre il peso degli impianti di coltivazione, rispetto, ad esempio, all'utilizzo del *floating system*. Il funzionamento a ciclo chiuso, o semi-chiuso (cioè con periodici rinnovi della soluzione ricircolante) del sistema aeroponico consente un'elevata efficienza d'uso dell'acqua e dei nutrienti. Inoltre, il fatto che le radici crescano sospese nell'aria garantisce un'adeguata presenza di ossigeno a livello radicale, eliminando il rischio di uno stress da ipossia e favorendo l'accrescimento radicale e l'assorbimento minerale (Mobini et al. 2015). Ulteriori vantaggi sono la facilità di pulizia dell'impianto e l'assenza di substrati esausti da smaltire a fine ciclo (Lakhiar et al. 2018; Eldridge et al. 2020). Questa tecnica permette di ottenere produzioni senza l'utilizzo di pesticidi (*pesticide-free*), se abbinata ad un buon controllo del clima in serra e alla lotta biologica.

L'aeroponica ha suscitato un grande interesse da parte della comunità scientifica facendo registrare un netto e progressivo aumento, negli ultimi 10 anni, delle pubblicazioni riguardanti questo particolare sistema idroponico. Tuttavia, fino a qualche anno fa, l'aeroponica era considerata una tecnica interessante ma poco applicabile su scala commerciale per una serie di motivi: gli elevati costi di impianto e di gestione (es. per il notevole consumo di energia elettrica dovuto alle frequenti accensioni della pompa di irrigazione); l'eccessiva crescita dell'apparato radicale, in caso di cicli colturali superiori a 3 mesi; la difficoltà nella gestione della soluzione nutritiva ricircolante, soprattutto quando si utilizzano acque relativamente saline.



Il sistema aeroponico sperimentale installato all'Università di Pisa

Il crescente interesse per le colture semi-artificiali (idroponica in serra) o artificiali (indoor/vertical farming) ha spinto alcune aziende a sviluppare sistemi aeroponici più affidabili e meno costosi rispetto a quelli proposti in passato. Inoltre, È possibile ottimizzare l'irrigazione negli impianti aeroponici stimando l'evapotraspirazione della coltura al variare dei parametri ambientali e dell'accrescimento delle piante (anche questo stimato mediante modelli di crescita della coltura), in modo da determinare la frequenza e la durata ottimali delle irrigazioni, allo scopo di ridurre i consumi di energia elettrica e l'usura delle pompe. Questo tipo di gestione potrebbe ridurre il numero degli interventi irrigui durante la giornata fino al 50% rispetto ad un'irrigazione a cadenza fissa,.

Il sistema di coltivazione aeroponico risulta particolarmente indicato per la coltivazione di ortaggi da foglia, che hanno un ciclo colturale relativamente breve (He et al. 2013; Puccinelli et al. 2021). Nell'ambito di un progetto della Regionale Toscana è stato realizzato un impianto aeroponico di dimensioni commerciali per la produzione di basilico. La produzione annua di basilico ottenuta in aeroponica è stata il 77% più alta rispetto a quella ottenuta dalla coltivazione in vaso, nella medesima azienda. In caso di cicli colturali più lunghi (oltre tre mesi), l'eccessiva crescita dell'apparato radicale crea un tappeto di radici sul fondo della canaletta, riducendo il flusso della soluzione nutritiva con conseguente sviluppo di ipossia radicale. Sono ancora in fase di sviluppo sistemi *ad hoc* che consentano la coltivazione di ortaggi da frutto, con cicli colturali lunghi e piante di dimensioni elevate.



L'apparato radicale di due specie di lattuga coltivate in aeroponica a fine coltura.

Anche in aeroponica, la gestione della soluzione ricircolante può essere facilitata dall'utilizzo di sistemi di supporto alle decisioni che implementano modelli che stimano la concentrazione dei principali macronutrienti e del sodio (ad esempio SIMULHYDRO; Massa et al. 2011), durante la coltivazione, a prescindere dalla qualità dell'acqua utilizzata. Questo consente di gestire lo scarico della soluzione nutritiva conoscendo il consumo idrico (facilmente misurabile in aeroponica) e i parametri dimensionali dell'impianto. L'utilizzo di modelli previsionali integrati con la misura automatizzata del pH e della conducibilità elettrica (EC) è una tecnologia matura che consente di ottimizzare la gestione della fertirrigazione in aeroponica aumentando ulteriormente l'efficienza d'uso dell'acqua e degli elementi nutritivi e riducendo al minimo l'impatto ambientale provocato dal periodico scarico delle soluzioni nutritive esauste.



Piante di basilico coltivate in aeroponica pronte per il taglio della parte aerea. A destra un particolare dell'apparato radicale

È possibile utilizzare la coltivazione aeroponica per la produzione di ortaggi biofortificati, ad es. con selenio o iodio (Puccinelli et al. 2021). Per biofortificazione si intende l'induzione di un aumento della concentrazione di nutrienti all'interno delle piante durante la coltivazione, invece che successivamente alla raccolta (Hefferon 2015). I prodotti biofortificati sono prodotti con un alto valore nutraceutico, contenenti elevate quantità di molecole/composti in grado di apportare benefici alla salute umana. Il funzionamento a ciclo chiuso, o semi-chiuso, del sistema aeroponico e l'assenza di substrato consentono una precisa gestione della concentrazione nella soluzione nutritiva e un ridottissimo scarto dell'elemento utilizzato per la biofortificazione. Inoltre, il ridotto volume di soluzione nutritiva ricircolante rende la biofortificazione di alcune specie più facile rispetto al *floating system*.

Bibliografia

- Chang DC, Park CS, Kim SY, Lee YB (2012) Growth and Tuberization of Hydroponically Grown Potatoes. *Potato Research* 55:69–81. <https://doi.org/10.1007/s11540-012-9208-7>
- Eldridge BM, Manzoni LR, Graham CA, et al (2020) Getting to the roots of aeroponic indoor farming. *New Phytologist* 228:1183–1192. <https://doi.org/10.1111/nph.16780>
- He J, Qin L, Lee SK (2013) Root-zone CO₂ and root-zone temperature effects on photosynthesis and nitrogen metabolism of aeroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L.) in the tropics. *Photosynthetica* 51:330–340. <https://doi.org/10.1007/s11099-013-0030-5>
- Hefferon KL (2015) Nutritionally enhanced food crops; progress and perspectives. *International Journal of Molecular Sciences* 16:3895–3914. <https://doi.org/10.3390/ijms16023895>
- Lakhiar IA, Gao J, Syed TN, et al (2018) Modern plant cultivation technologies in agriculture under controlled environment: A review on aeroponics. *Journal of Plant Interactions* 13:338–352. <https://doi.org/10.1080/17429145.2018.1472308>
- Massa D, Incrocci L, Maggini R, et al (2011) Simulation of crop water and mineral relations in greenhouse soilless culture. *Environmental Modelling and Software* 26:711–722. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2011.01.004>
- Mobini SH, Ismail R, Arouiee H (2015) The impact of aeration on potato (*Solanum tuberosum* L.) minituber production under soilless conditions. *African Journal of Biotechnology* 14:910–921. <https://doi.org/10.5897/AJB09.111>
- Puccinelli M, Landi M, Maggini R, et al (2021) Iodine biofortification of sweet basil and lettuce grown in two hydroponic systems. *Scientia Horticulturae* 276:.. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109783>