

LE APPLICAZIONI DI QUESTE NUOVE TECNICHE SONO SOLO AGLI INIZI, MA DALLE PRIME PROVE EFFETTUATE SI NOTANO GIÀ NUMEROSI VANTAGGI PER LA DIFESA DALLE MALATTIE E LA CRESCITA DELLE PIANTE IN SERRA

LA TECNOLOGIA DEL PLASMA FREDDO CHE PROMETTE COLTURE PIÙ SANE

di Giulia Carmassi¹, Fatjon Cela¹, Sara Di Leonardo², Francesca Gambineri³, Daniele Massa⁴

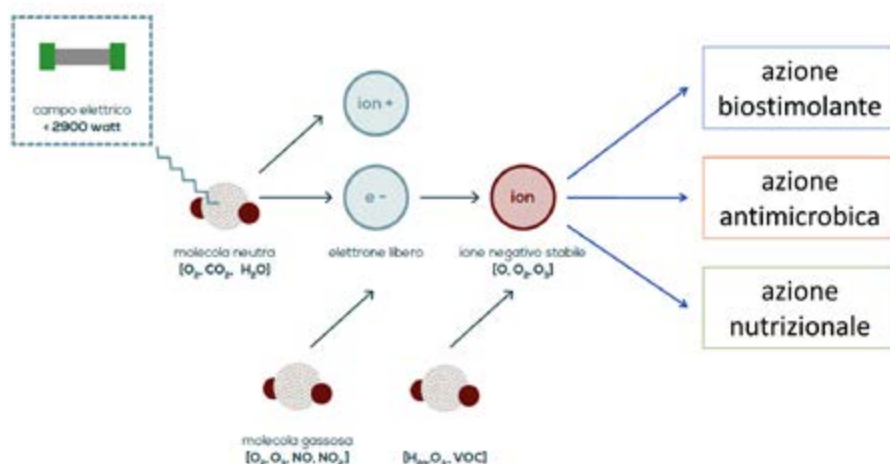
¹ Dipartimento di scienze agrarie, alimentari e agro-ambientali (Disaaa-a), Università di Pisa

² Istituto di ricerca sugli ecosistemi terrestri, Consiglio nazionale delle ricerche (Iret-Cnr), Sesto Fiorentino (Fi)

³ Laboratori Archa, Pisa

⁴ Crea Centro di ricerca orticoltura e florovivaismo, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Pescia (Pt)

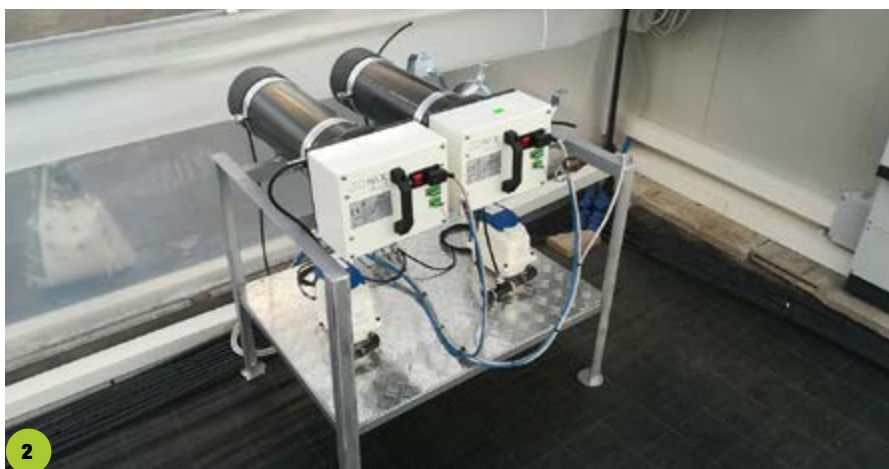
Fig. 1 - Azione sanificante dell'aria attivata mediante plasma freddo Jonix



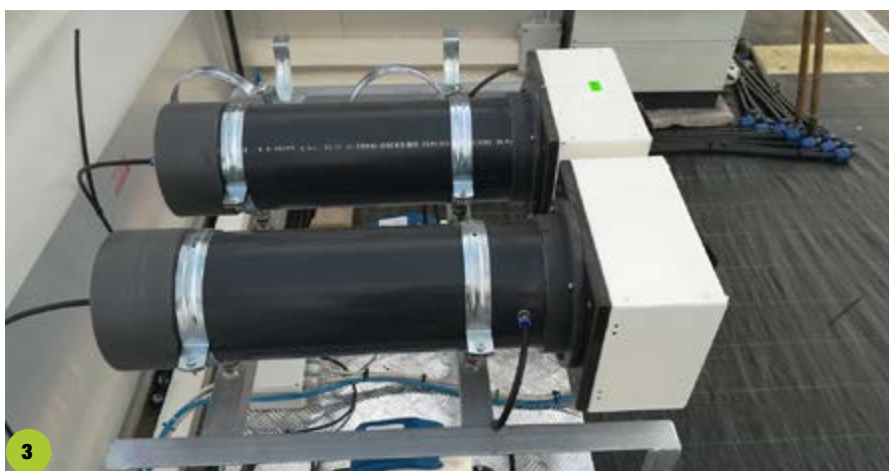
Il plasma è un gas completamente o parzialmente ionizzato, costituito da varie particelle come elettroni, ioni, atomi e molecole, che nell'insieme risulta elettricamente neutro. Esistono due tipi differenti di plasma: il plasma termico e il plasma non termico. Il plasma non termico o freddo (Ntp, Non thermal plasma) è caratterizzato dal fatto di non trovarsi in equilibrio termodinamico: a causa della loro piccola

massa, gli elettroni possono essere facilmente accelerati sotto l'influenza di un campo elettrico e possono quindi raggiungere alte temperature, mentre le altre particelle non accelerate rimangono a temperatura ambiente. Il Ntp può essere generato attraverso una scarica elettrica in un gas, sia a bassa che ad alta pressione. La scarica a pressione atmosferica è la più utilizzata, in quanto non richiede la formazio-

ne del vuoto e, di conseguenza, la manipolazione degli oggetti trattati è più semplice. Il Ntp generato a pressione atmosferica in aria ambiente, consiste in vari agenti attivi: Uv e fotoni, atomi neutri o eccitati, molecole, ioni negativi e positivi, radicali liberi ed elettroni liberi. Alcune delle specie reattive formate sono, ad esempio, O_2 e N_2 elettronicamente eccitati, specie reattive dell'ossigeno (Ros) e dell'azoto (Rns) e, se



2



3



4

2,3 e 4 - Dispositivo sperimentale Jonix per il trattamento dell'acqua irrigua (a sinistra) e dell'aria (a destra) in serra implementati nell'ambito del progetto Por-Fesr "Ht-hg" (High-tech house-garden) finanziato dalla Regione Toscana

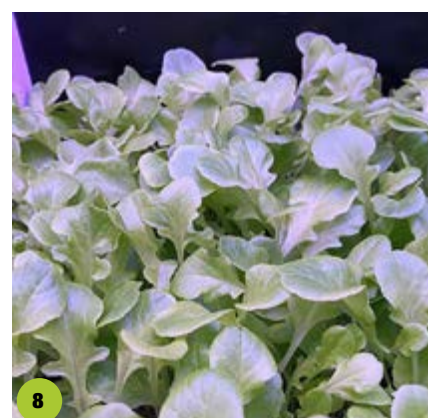
è presente umidità, vengono generati anche H_2O^+ , l'anione OH^- , il radicale ossidrilico HO e H_2O_2 . Quest'insieme risulta altamente reattivo e in grado di attaccare una grande varietà di microrganismi e composti inquinanti, con meccanismi di vario genere (Fig. 1). La composizione e la quantità di tali agenti variano in funzione della sorgente di plasma. Le tecnologie utilizzate per produrre Ntp sono molteplici. Tra

queste, la *Dielectric barrier discharge* (Dbd) è quella che è stata impiegata in alcune applicazioni per colture in serra in progetti di ricerca realizzati dai laboratori Archa di Pisa in collaborazione con Jonix Spa e altri enti di ricerca pubblici e privati. Grazie alla formazione di Ros e Rns, l'aria attivata mediante la tecnologia del plasma freddo ha una potente azione sanificante e può essere utilizzata con successo in svariati ambiti applicativi. La tecnologia Ntp ha grosse potenzialità di applicazione anche nel settore agricolo: le Ros e Rns, generate nell'aria o incorporate nella soluzione nutritiva, possono esercitare le seguenti azioni: 1. effetto ossidante e inattivante nei confronti di patogeni

presenti sulle superfici delle piante, nei substrati e nelle soluzioni nutritive; 2. indurre leggeri stress ossidativi sulle cellule vegetali, in grado di stimolare la pianta stessa ad aumentare la produzione di molecole antiossidanti; 3. favorire il superamento dello stato di dormienza dei semi; 4. fissare l'azoto atmosferico con effetto fertilizzante (Fig. 1).

Applicazioni su colture in serra fuori suolo

Le condizioni di coltura protetta rendono particolarmente interessante l'applicazione di trattamenti Ntp per molteplici scopi. Questo grazie a una maggiore possibilità di localizzazione



5, 6, 7 e 8 - Lattughino da taglio coltivato in floating system in cella climatica abbinato con il sistema Ntp

degli interventi e a minori interferenze ambientali.

Tali caratteristiche vengono esaltate nelle colture fuori suolo, dove si può avere un controllo agronomico della zona radicale ancora maggiore rispetto alle colture protette effettuate in suolo. In recenti esperienze condotte presso il Crea orticoltura e florovivaismo di Pescia (Pt), questo tipo di trattamento è stato effettuato seguendo diverse me-

todologie di applicazione implementate nelle attività del progetto Por-Fesr "Ht-Hg" (High-tech House-garden, vedi <https://www.serra-htg.it/>), finanziato da Regione Toscana. In breve, l'aria ionizzata può essere usata per trattare l'aria della serra, si può quindi pensare di equipaggiare degli aerotermi integrandoli con apparecchiature per i trattamenti Ntp. Alternativamente, l'aria trattata può essere insufflata nell'ac-

qua di irrigazione per trattamenti alle soluzioni nutritive, sia in fase di preparazione delle stesse sia nei serbatoi di drenaggio per il ricircolo della soluzione nutritiva nei sistemi fuori suolo a ciclo chiuso (Fig. 2, 3, 4). L'acqua di irrigazione trattata con il Ntp può essere anche usata per la semplice irrigazione o per trattamenti spray soprachioma. Uno dei principali intenti di questi trattamenti è quello di prevenire l'insorgenza

RICERCA

di patogeni grazie all'azione di disinfezione delle molecole ossidanti generate dal processo di formazione del plasma freddo. Le esperienze presso il Crea hanno mostrato come in una coltura idroponica di lattuga, l'insorgenza di *Bremia lactucae* sia stata ridotta di circa il 70% in piante trattate con Ntp rispetto a un controllo non trattato. In altre colture ornamentali su substrato è stata invece riscontrata una minore proliferazione batterica o fungina in funzione del tipo di substrato testato. Ai trattamenti Ntp vengono attribuite anche capacità bio-stimolanti. Ad esempio, delle piante di gerbera coltivate su torba e perlite trattate con Ntp nelle soluzioni nutritive hanno mostrato una maggior produzione di fiori. Quando la coltivazione è avvenuta in un substrato sfavorevole per questa coltura, come il compost, allora la produzione è diminuita. Un aumento di biomassa è stato rilevato anche in ranuncolo allevato su substrato di torba e perlite. Dal punto di vista qualitativo, negli ortaggi a foglia rossa è stato osservato un maggiore accumulo di antocianine, mentre nei fiori eduli di begonia è stato riscontrato un maggior accumulo di silicio in presenza di trattamenti Ntp in combinazione con acque arricchite di questo elemento.

Applicazioni su colture indoor

Delle tecnologie Ntp sono state recentemente implementate dai ricercatori dell'Università di Pisa nel progetto Coltiv@mi, finanziato dal Por Fesr Toscana 2014-2020 (<https://www.coltivami.com/>). Il progetto prevedeva la realizzazione di piccoli impianti di coltivazione idroponici indoor, indirizzati a utenti non professionisti, in ambiente domestico. Oltre a sistemi Ntp, il prototipo di "serra" Coltiv@mi è dotato di sensori hi-tech per la misura dei parametri ambientali, di un sistema di illuminazione artificiale e di un sistema di irrigazione automatico e totalmente automatizzato e controllabile da remoto attraverso la connessione alla rete wi-fi di casa e all'app per la coltivazione assistita direttamente dal proprio smartphone. Sono state effettuate diverse prove sperimentali presso il Dipartimento di scienze agrarie, alimentari e agro-ambientali dell'Università di Pisa su lattughino da taglio (*Lactuca Sativa* L.) coltivato in fuori suolo con la tecnica di coltivazione floating system, con lo scopo di trovare la frequenza e la dose ideale per ottimizzare il beneficio apportato dalla tecnologia Ntp. È stato osservato che dopo nove giorni di trattamento con Ntp la produzione di biomassa fresca, il numero di foglie e la lunghezza delle radici sono aumentati in modo proporzionale al tempo di erogazione del Ntp (fig.9). Inoltre, alla fine del periodo di coltivazione, alcuni metaboliti secondari delle

**COSTRUZIONI
MECCANICHE
Ferrari**

Tecnologia e Innovazione
al servizio dell'orticoltura

Fx Semovente

Sarchiatrice
Remoweed

Follow Us!

f i t

WWW.FERRARICOSTRUZIONI.COM

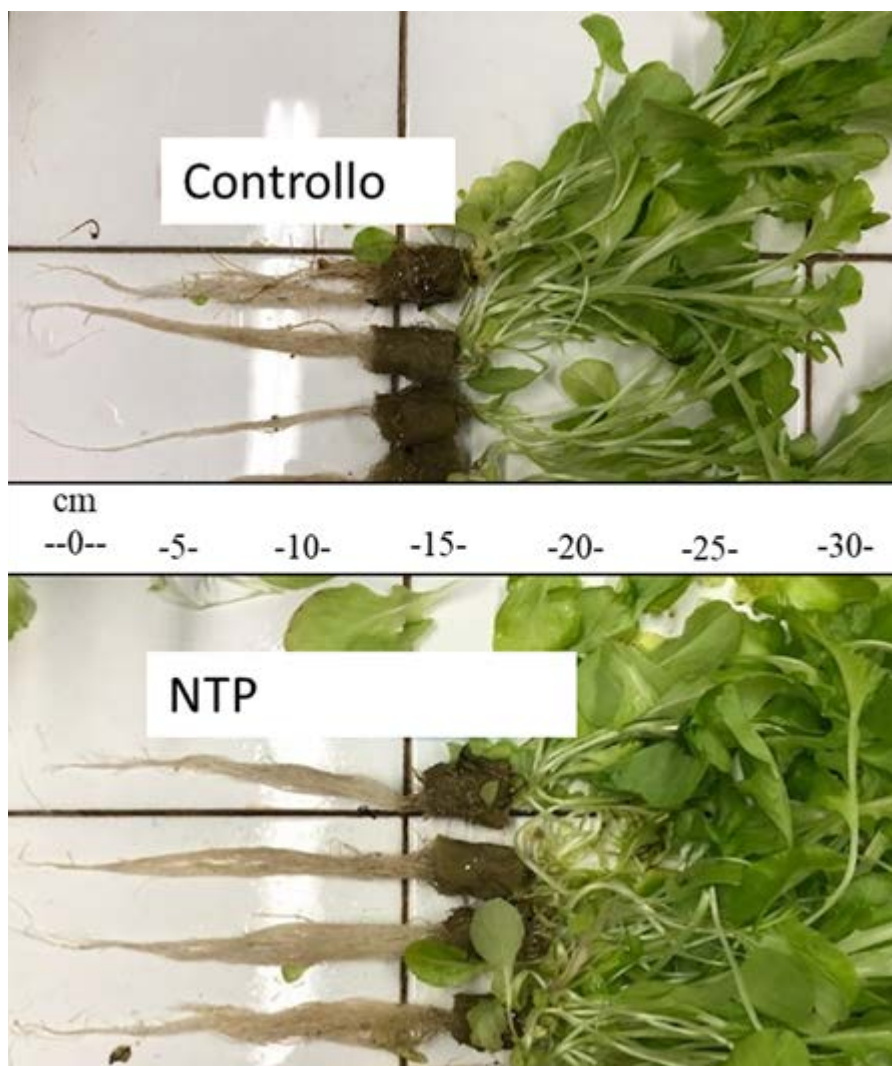
The advertisement features three images of agricultural machinery. The top image is a red and blue tractor-like machine with a canopy, labeled 'Fx Semovente'. The middle image shows a red and blue sowing machine in a field, labeled 'Sarchiatrice Remoweed'. The bottom image is a red and blue machine with a hopper, also labeled 'Sarchiatrice Remoweed'. The background includes technical drawings with dimensions like 18, 23, 24, and 26.

piante come i carotenoidi, la clorofilla, i fenoli totali e il potere antiossidante sono stati incrementati dal trattamento Ntp erogato con tempi di 120 secondi rispetto al controllo.

Da un punto di vista della gestione della soluzione nutritiva che alimenta la coltura, il trattamento con il Ntp può indurre un aumento di nitrato nella zona radicale che, pur non sostituendo totalmente la concimazione azotata tradizionale, potrebbe essere integrato all'interno dei sistemi di fertirrigazione come supporto alla concimazione. Oltre al vantaggio dell'effetto sanificante. I risultati ottenuti sull'uso del Ntp in colture indoor indicano che si possono avere effetti positivi sulla crescita e la qualità delle piante, oltre che sulle condizioni microbiologiche all'interno di impianti di coltivazione per uso domestico. Ciò consente di ridurre il rischio di insorgenza di malattie fungine e di raccogliere un prodotto più salubre dal punto di vista igienico.

Applicazioni in post-raccolta

Questa tecnologia può essere applicata nel settore orticolo per il trattamento dell'acqua di lavaggio in post raccolta. In alcuni lavori sperimentali è stato dimostrato che le Ros presenti nell'acqua di lavaggio trattata con il Ntp agiscono, oltre che come disinfettante, anche come agente di degradazione dei residui di fitofarmaci presenti nei prodotti. Inoltre, trattando con il Ntp materiali per l'imballaggio e la conservazione, come l'acciaio inossidabile e le superfici in polietilene, si ha un'azione di disinfezione attraverso un processo di inattivazione di alcuni microrganismi, tra cui *Salmonella Typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Aspergillus brasiliensis*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* e spore aflatoxigene



9 - Piantine di lattughino da taglio coltivate senza e con Ntp somministrato nella soluzione nutritiva

di *A. flavus* e *A. parasiticus*on.

Per alcune produzioni di nicchia, come ad esempio quella dei fiori eduli, l'effetto di disinfezione ottenuto dai trattamenti Ntp potrebbe rappresentare una strategia alternativa all'uso dei fitofarmaci per evitare la presenza di agenti patogeni pericolosi per la salute del consumatore, aumentando contemporaneamente la shelf life del prodotto, oggi molto contenuta. L'efficacia dei trattamenti Ntp per il post raccolta, comunque, dipende da molti fattori come il tipo di tecnologia utiliz-

zata per generarlo, il gas da cui viene prodotto, la tensione, la lunghezza del trattamento, l'esposizione diretta o indiretta, la specie e la concentrazione dei microrganismi e le caratteristiche strutturali del prodotto orticolo studiato o dell'imballaggio.

La ricerca e la sperimentazione in questo settore sono solo all'inizio, sebbene si intravedano grandi opportunità di sviluppo. ●

Contributo realizzato a cura della sezione Ortoflorovivaismo della Soi

L'ABBONAMENTO ALLE RIVISTE EDAGRICOLE TI DÀ **MOLTO DI PIÙ!**

DISPONIBILE
IN VERSIONE
CARTACEA
E DIGITALE

LE RIVISTE EDAGRICOLE



terra e vita



Contoterzista



MMA



IZ
INFORMATORE
ZOOTECNICO



RIVISTA DI
Suinicoltura



OliveOlio



WQ
regioni, vini e qualità



AgriCommercio



ColtureProtette
ORTICOLTURA E FLOROVIVAISMO



Rivista di
FRUTTICOLTURA
e di ortofrutticoltura

Nella tua area riservata sul sito www.edagricole.it hai sempre a disposizione:



La **versione digitale** della tua rivista e l'archivio dei numeri precedenti.



Le **quotazioni settimanali** dei prodotti agricoli.



L'archivio dei **pareri** dei **nostri esperti** ai quesiti dei lettori, oltre 2.000 consulenze su casistiche reali proposte da imprenditori agricoli e tecnici come te.



Informazioni su **eventi** di potenziale interesse e **biglietti di ingresso gratuito** ai principali appuntamenti del settore agricolo.



La possibilità di richiedere **fino a 3 pareri** all'anno gratuitamente su tematiche di natura politica, giuridica, amministrativa e fiscale.

ABBONATI O RINNOVA IL TUO ABBONAMENTO IN MODO SEMPLICE E VELOCE!

Vai sul nostro shop online <https://shop.newbusinessmedia.it/collections/riviste-agricoltura>