

# ***CAPITOLO I***

## **ALLELOPATIA**

### **I.1 – Allelopatia: generalità e cenni storici**

Il termine allelopatia deriva dal greco *allelon* “di ogni altro” e *pathos* “soffrire”, che letteralmente significa “effetto nocivo di uno su un altro”.

Per quanto sia recente come disciplina, già nel 300 a.C. si ebbero i primi cenni sull'allelopatia e la fitotossicità, che furono raccolti in due trattati “*Historia Plantarum*” e “*De Plantarum Causis*” scritti da *Teofrasto*, considerato il più grande botanico dell'antichità.

Il filosofo greco *Democrito* aveva analizzato l'uso di prodotti, estratti naturalmente da piante, per controllare i semi e la loro crescita. In più si occupò di come gli alberi potevano morire in seguito al trattamento delle loro radici con una mistura di fiori di lupino imbevuti nel succo di cicuta.

In seguito, nel suo lavoro enciclopedico “*Naturalis Historia*”, *Plinio* (I° secolo d.C.) riferiva di numerosi esempi di apparenti interazioni allelopatiche. Le piante come ceci e orzo erano causavano l'inaridimento dei campi di grano.

In tempi relativamente recenti, *De Candolle* nel 1832 mise in rilievo che le interazioni tra piante avvengono in molti raccolti, ma, malgrado i suggerimenti concernenti le apparenti interazioni biochimiche, fu *Molish* nel 1937 a dare una prima definizione dell'allelopatia. Egli definì l'allelopatia come l'insieme delle interazioni biochimiche, sia benefiche che dannose, tra tutte le piante, inclusi i microrganismi.

Ciò ha portato *Rice* ( 1984 ) a identificare meglio l'allelopatia nel suo trattato "*Allelopathy*" come " gli effetti sia diretti che indiretti, benefici o dannosi di una pianta (*compresi i microrganismi*) su un'altra, attraverso la produzione di composti chimici, che vengono liberati nell'ambiente".

Le interazioni allelopatiche possono giocare un ruolo chiave nell'influenzare la distribuzione della vegetazione in natura, il prodotto di alcune specie di diversi raccolti, e nel controllo di alcune interferenze dovute ad alcuni agenti infestanti (*Muller, 1966; Del Moral & Muller, 1970; Putnam & Duke, 1978; Kaminsky, 1981; Aldrich, 1984; Rice, 1984; Horsley, 199* ).

Malgrado il largo numero di studi sull'allelopatia, pochissimi sono stati capaci di stabilire l'efficacia di vari processi allelopatici nelle condizioni di campo (*Newman, 1982; Willis, 1985; Williamson, 1990*), ciò perché si possono verificare svariati meccanismi di interferenza o simultaneamente o

in sequenza nelle condizioni di campo e separare questi meccanismi è molto complesso (*Putnam et Weston, 198* ).

Saggi biologici di laboratorio permettono ai ricercatori di eliminare tutti questi possibili meccanismi d'interferenza attraverso precisi progetti sperimentali di controllo e tramite la manipolazione di quasi tutti i parametri, così i ricercatori possono eliminare le complesse condizioni di campo e verificare singolarmente l'efficacia dei composti naturali e i loro effetti additivi e/o sinergici con fattori ambientali sia di tipo abiotico che biologico.

Tuttavia è spesso difficile per gli esperimenti dei saggi biologici di laboratorio simulare condizioni naturali di campo (*May e Ash, 1990*). Le sostanze allelopatiche sono presenti in tutte le parti della pianta, ma l'accertamento della loro presenza non stabilisce che ci siano anche interazioni allelopatiche (*Heisey, 1990*). Quindi come prova conclusiva sull'allelopatia, i saggi biologici di laboratorio devono dimostrare l'effettiva liberazione di sostanze chimiche allelopatiche nel suolo e l'effetto conseguente di queste sostanze chimiche sulle specie di piante associate (*Putnam e Tang, 1986*).

Infine, per evitare incomprensioni, è necessario chiarire la differenza esistente tra il concetto di allelopatia e quello di competizione tra le piante, poiché essa implica la liberazione di sostanze nell'ambiente mentre la

competizione si attua con una reciproca sottrazione delle risorse. Sarebbe opportuno l'uso del termine *interferenza* per indicare l'effetto globale (allelopatia + competizione) di una pianta sull'altra.

*Muller* fece notare che l'allelopatia comporta l'aggiunta di alcune sostanze nell'ambiente, mentre la competizione essenzialmente coinvolge la riduzione di alcune risorse ambientali essenziali.

La competizione e l'allelopatia indubbiamente interagiscono in modo altamente sinergico (*Willis, 1994*).

## **I.2 – Sostanze allelochimiche: natura e modi d’azione**

Nel 1979 Rice diede una definizione precisa di composto o sostanza allelopatica o “*allelochimica*” come “una sostanza chimica non nutrizionale prodotta dal metabolismo secondario di un organismo e che agisce sulla crescita, salute, funzionamento e popolazione biologica di altre specie”.

Quindi la maggior parte degli allelochimici sono metaboliti secondari o meglio prodotti collaterali del metabolismo primario. Essi provengono dalla via dello *scichimato* o da quella *acetica*, oppure dalla combinazione di entrambe (*fig. I.1*).



**fig I.1 – Origine metabolica degli allelochimici**

Questi prodotti secondari si possono classificare in cinque grandi categorie (*Whittaker e Fenny*):

- Fenilpropanoidi
- Acetogenine
- Terpenoidi
- Steroidi
- Alcaloidi

*Winter (1961)* fece notare che gli effetti visibili degli allelochimici sulle piante sono solo segni secondari di cambiamenti primari. *Rice (1984)*, tramite un lungo e dettagliato lavoro di ricerca, riuscì a classificare gli allelochimici prodotti dalle piante superiori e dai microrganismi nelle seguenti categorie maggiori:

- Acidi organici solubili in acqua, catene di alcaloidi, aldeidi e chetoni
- lattoni insaturi
- Acidi grassi di lunga catena e poliacetileni
- fenoli, acidi benzoici e derivati
- Acido cinnamico e derivati
- Flavonoidi
- Tannini
- Terpenoidi e steroidi

- Purine e nucleotidi

L'azione degli allelochimici può esplicarsi per via diretta o indiretta.

Le azioni indirette includono gli effetti dovuti all'alterazione delle proprietà del suolo, il suo stato nutrizionale, l'alterazione della popolazione e/o dell'attività di organismi benefici o nocivi come microrganismi, insetti, nematodi.

Le azioni dirette includono gli effetti degli allelochimici sulla crescita e metabolismo delle piante.

Alcune delle seguenti strutture e processi sono alterati o influenzati dagli allelochimici:

1. Citologia e ultrastruttura
2. Membrana e sua permeabilità
3. Germinazione di spore, semi o polline
4. Movimenti stomatici, sintesi di pigmenti e fotosintesi
5. Respirazione
6. Sintesi proteica
7. Specifiche attività enzimatiche
8. Materiale genetico
9. Conduzione tissutale

Tuttavia bisogna ricordare che, pur se sono stati proposti (*Rice, 1984*) vari possibili effetti primari sul metabolismo delle piante, riguardanti la

maggior parte dei processi vitali, solo pochi sono stati rigorosamente approfonditi.

Molta attenzione è stata prestata ad esempio agli effetti degli allelochimici sull'allungamento cellulare e l'ultrastruttura degli apici radicali; *Lorder e Muller (1976)*, *Kock e Wilson (1977)* riferirono degli effetti degli allelochimici sui mitocondri ma i risultati ottenuti dal lavoro totale sugli effetti primari rimanevano insoddisfacenti e quindi poco si è riuscito a mettere a fuoco su questo argomento.

Molte ricerche sugli effetti primari sono focalizzate sugli stadi iniziali della crescita della pianta, un periodo di elevata attività metabolica ma anche di grande suscettibilità agli stress ambientali. Lo *stramonio* e l'*orzo* (*Lovett et al, 1981*) liberano dal rivestimento del seme alcuni composti che hanno l'abilità di inibire la crescita precoce del seme di specie-bersaglio, competendo con esse se sono presenti nelle immediate vicinanze. Le sostanze chimiche coinvolte sono gli alcaloidi, che sembrano contribuire sia nello *stramonio* che nell'*orzo* alla difesa della pianta, causando la distruzione a livello delle cellule (*effetto primario*) che è osservata come germinazione inibita o ridotta negli stadi iniziali di crescita dei semi (*effetti secondari*).

### **I.3 – Caratteristiche dei meccanismi allelopatici**

Anche se ancora molto deve essere scoperto e analizzato sull'allelopatia, negli ultimi decenni la ricerca scientifica ha fatto enormi passi in avanti e ha permesso di evidenziare l'influenza di determinati composti, emanati nell'ambiente dalla pianta-sorgente, sulla pianta-afetta o bersaglio.

Così si è messo in rilievo che specifiche sostanze chimiche estratte ad esempio dalle radici o dall'ambiente radicale delle piante-ospiti avevano effetti dannosi sui sistemi radicali delle piante circostanti. Per stabilire però che gli effetti allelopatici sono causati da specifiche sostanze chimiche, sarà necessario dimostrare che si verifichi una particolare sequenza di eventi:

- Produzione di specifiche sostanze chimiche dalla pianta-ospite
- Trasporto di queste sostanze chimiche dalla pianta-ospite a quella bersaglio nell'ambiente circostante
- Concentrazione alla quale sono attive queste sostanze chimiche
- Loro raggio di azione nell'ambiente circostante
- Specificità o meno degli allelochimici verso la pianta-bersaglio
- Esposizione della pianta-bersaglio a tali sostanze chimiche per un tempo tale da causare gli effetti osservati.

Siccome le sostanze allelochimiche possono, una volta in contatto con i componenti del suolo, non agire a contatto con le piante-bersaglio, è necessario meglio comprendere e spiegare quali sono i meccanismi che intervengono durante il trasporto nel suolo fino al raggiungimento della pianta-ospite.

*Cheng (1989, 1992)* ad esempio ha proposto un quadro concettuale per descrivere il meccanismo allelopatico nel suolo. Il modello proposto si compone di tre parti:

- Introduzione degli allelochimici nell'ambiente radicale
- Trasporto degli allelochimici dalle radici della pianta-ospite alle radici della pianta-bersaglio circostante
- Esposizione della pianta-bersaglio all'allelochimico specifico

Il punto critico dell'intero processo riguarda il destino degli allelochimici nel suolo durante il loro trasporto dall'ospite alla pianta-bersaglio circostante; in quanto la ritenzione, la trasformazione e lo stesso processo di trasporto, l'influenza di fattori chimici, del suolo, climatici e biotici hanno un effetto decisivo sul destino allelochimico nell'ambiente radicale (*fig. I.2*).

Ciò spesso ha creato diversi problemi anche nell'identificazione delle sostanze allelochimiche stesse, infatti solo per alcune di esse è stato possibile dimostrare la loro presenza e partecipazione nella sequenza degli eventi e le specifiche relazioni allelochimiche di causa-effetto, come nel caso del trasporto degli allelochimici dalla rizosfera (*regione del suolo che circonda le radici di una pianta*) dell'ospite alle radici delle piante-bersaglio.