



Caratteristiche agronomiche e possibilità di utilizzo di *Brassica juncea* (L.) Czern

Massimo Pinna* – Sandra Spagnolo* – Ursula Gamba*

ABSTRACT

Brassica juncea is an annual plant belonging to the Cruciferae family, used in our areas like green manure both for improving the organic matter, and for the soil biofumigation. There are some natural protection systems, based on the production of molecules with a biological activity against diseases and pest. In the family of Brassicaceae exists the chemical system Glucosinolates (GLS) – Myrosinase that is able to generate toxic compounds for pathogen fungi and nematodes. During the 2003 and 2004, the C.R.A.B. S.c.r.l. has tested the use opportunities of *Brassica juncea* as biofumigant. The action of the isothiocyanates present in *B. juncea* would appear performing also against the weed seeds of the soil. In the last years many scientists were interested to the capacity of some plant to absorb and to hyperaccumulate contaminant metals and radioactive elements. *B. juncea* was studied because is able to absorb selenium, sulphur, lead, chrome, copper, cadmium and zinc.

KEYWORDS

Brassica juncea, glucosinolates, isothiocyanates, phytoremediation, nematodes.

Fenologia ed ecologia della pianta

Brassica juncea, allo stato spontaneo, è una pianta annuale appartenente alla famiglia delle Crucifere; ha fusti ascendenti, ramosi, sparsamente pelosi. Le foglie basali sono lirate con il segmento apicale ovato e 1 - 2 coppie di segmenti minori laterali; le foglie superiori risultano ridotte e più o meno intere; i fiori sono caratterizzati da petali gialli lun-

ghi 6 - 7 millimetri; i frutti sono siliquie lunghe 30 - 50 millimetri; allo stato naturale, in Italia è presente in stagni, prati umidi, abbeveratoi ed alvei; l'epoca di fioritura va dai primi di giugno a fine luglio (Pignatti, 2003). Le varietà coltivate sono utilizzate per colture a ciclo annuale o biennale; raggiungono e superano il metro di altezza e le radici

^(*) C.R.A.B. S.c.r.l. - Centro di Riferimento per l'Agricoltura Biologica Società consortile a responsabilità limitata

possono approfondirsi sino a 90 -120 cm. *B. juncea* è originaria dell'Asia Centrale (nord ovest dell'India) si è diffusa poi in Cina, Iran e vicino Oriente. È considerata pianta infestante in Canada, Argentina, Australia nel Messico e negli Stati Uniti. *B. juncea* è una pianta molto adattabile: tollera precipitazioni annuali variabili dai 500 ai 4200 mm, temperature medie annuali variabili dai 6 ai 27 gradi centigradi e pH da 4,3 a 8,3 gradi.

L'*optimum* di sviluppo si raggiunge comunque con medie mensili di 15-18 °C, pH compresi tra 5,5 e 6,8 e precipitazioni medie (www.hort.purdue.edu): nei nostri climi è quindi una pianta idonea alla coltivazione primaverile o autunnale.

Usi

In molti Paesi asiatici *B. juncea* è utilizzata a scopo alimentare sia come prodotto fresco che come trasformati (oli e conserve); l'olio essenziale di *B. juncea* è anche impiegato nell'industria cosmetica, nel settore ittico per impedire la crescita di microrganismi dannosi sui frutti di mare e sui pesci, nella medicina orientale come inibitore della crescita delle cellule tumorali (YU *et al.*, 2003); nei nostri ambienti è impiegata esclusivamente come pianta da sovescio, sia per apportare sostanza organica al terreno sia come biofumigazione del medesimo.

Impiego di *B. juncea* come sovescio

In Italia esistono attualmente in commercio due selezioni a base di *B. juncea* in grado di apportare da 110 a 156 tonnellate ad ettaro di biomassa trinciabile con un contenuto di azoto organico da 45 a 50 unità per ettaro. Alle nostre latitudini la semina può essere effettuata durante tutto l'anno con l'esclusione dei mesi più freddi (da metà novembre a metà febbraio); nei mesi più caldi è necessario disporre di irrigazioni di soccorso. Per l'utilizzo di *B. juncea* come pianta da sovescio sono ad ogni modo consigliabili le semine a fine agosto-inizio settembre che consentono alla pianta di sviluppare una adeguata massa vegetale. Le semine precoci determinano invece una scarsa vegetazione ombreggiante, in quanto la pianta va subito a fiore, ed uno scarso approfondimento delle radici nel suolo (Renius *et al.*, 1994). L'investimento consigliato è di 8-10 kg di semente per ettaro; può essere seminata a spaglio o con una normale seminatrice da frumento interrando il seme a circa 3 cm (dati forniti dalla ditta produttrice).

Le eventuali concimazioni apportate sono restituite in forma organica al momento del sovescio. La trinciatura ed il successivo interrimento della coltura devono avvenire nella fase di piena fioritura, sia per sfruttare al massimo

l'azione sovesciante sia per evitare che la pianta vada a seme e possa diventare infestante. Nelle rotazioni colturali *B. juncea* non dovrebbe seguire o precedere altre brassicacee.

Impiego di B. juncea per la biofumigazione

La fumigazione con il bromuro di metile ha rappresentato, nei decenni passati, il principale sistema di disinfezione dei terreni destinati a coltivazioni di tipo intensivo come le orticole e la fragola. Nel 1987 tale sostanza è stata però inclusa nel protocollo di Montreal tra quelle responsabili della distruzione della fascia dell'ozono e come tale soggetta a forti restrizioni. Il suo impiego è stato proibito in Italia a partire dal 1 gennaio 2005 con l'eccezione di alcuni usi critici tra cui quelli per la disinfezione di alcune coltivazioni agricole. Alcune tecniche alternative a ridotto impatto ambientale come la biofumigazione, se efficaci, potrebbero quindi risultare interessanti non solo per l'agricoltura biologica ma anche per quella convenzionale.

Meccanismo d'azione

Nel regno vegetale, esistono alcuni sistemi naturali di difesa che si basano sulla produzione di molecole biologicamente attive nei confronti di possibili avversità animali e vegetali.

Nelle Brassicacee, nelle Capparidacee ed in altre famiglie botaniche minori, è presente il sistema chimico glucosinolato-mirosinasi. I glucosinolati sono composti che, in presenza di acqua e di un enzima, la mirosinasi, idrolizzano dando origine a isotiocianati, nitrili e tiocianati; queste sostanze risultano tossiche per i funghi patogeni ed i nematodi, ma relativamente selettive nei confronti della microflora utile. I due componenti, i glucosinolati e l'enzima, sono separati all'interno delle cellule della pianta ma possono entrare in contatto fra di loro, attraverso la trinciatura della pianta, scatenando la produzione delle sostanze biocide (**Fig. 1**). Queste sono abbastanza volatili e penetrando negli spazi presenti nel terreno inattivano batteri, funghi, nematodi, insetti ed eventuali sementi presenti (Lazzeri & Malaguti, 2003). Alcuni studi hanno identificato più di 100 tipi di isotiocianati di cui circa 20 sono comunemente prodotti dalle Brassicacee e sono noti per avere degli effetti biocidi (Bianco *et al.*, 2000).

Non tutti i ricercatori concordano nelle possibilità di impiego di queste piante come possibili alternative biologiche alla fumigazione convenzionale. Alcune sperimentazioni hanno evidenziato che la concentrazione di isotiocianati presenti nel terreno dopo l'incorporazione della pianta sovesciata è pari al 66% di quella presente nei tessuti radicali della pianta e che, dopo solo 4 ore

scende rapidamente sino ad un minimo del 4 %. Tali concentrazioni risulterebbero notevolmente inferiori rispetto a quelle rilasciate da fumiganti chimici come il metham sodio e non sarebbero quindi in grado di contenere i patogeni del terreno. In realtà, la misura di queste concentrazioni rappresenta soltanto alcuni momenti del periodo complessivo, i possibili effetti di una esposizione prolungata a dosi sub-letali di isotiocianati da parte dei patogeni del terreno non sono ancora del tutto conosciuti (Nicholls *et al.*, 1999).

L'attività sulle avversità di origine vegetale ed animale

Diversi studi di laboratorio e di campo hanno evidenziato un'attività biocida degli isotiocianati presenti in *B. juncea* nei confronti di *Pythium* spp, *Fusarium culmorum* (fungo impiegato in test di laboratorio) (Lazzeri & Malaguti, 2003), *Pythium ultimum* e *Sclerotium rolfsii* (Gamliel and Stapleton, 1993), *Phytophthora cinnamomi*, *P. cactorum*, *P. citricola*, *P. cryptogea* e *P. megasperma* con diversi livelli di sensibilità delle specie patogene (Dunne *et al.*, 2003).

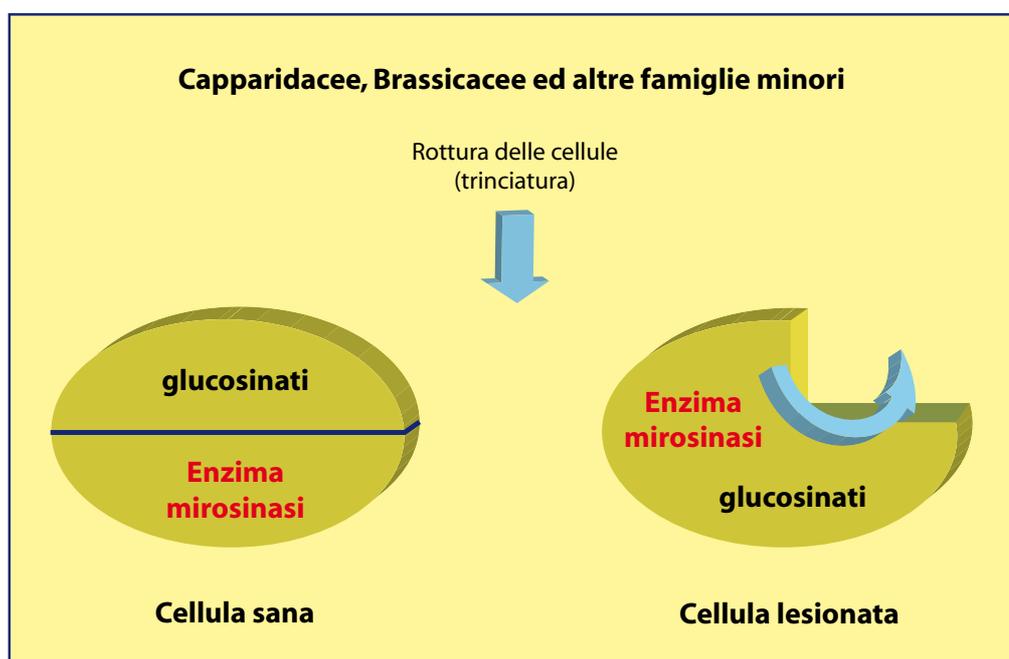


Fig. 1 - Meccanismo d'azione del sistema glucosinolato-mirosinasi.

Nell'ambito di una attività dimostrativa per la coltivazione biologica della fragolina di bosco condotta negli anni 2003-2004, i tecnici del C.R.A.B. S.c.r.l. hanno saggiato le possibilità d'impiego di *B.juncea* come biofumigante. Le due tesi messe a confronto prevedevano la semina primaverile di *B. juncea* sovesciata prima del trapianto di fragolina di bosco ed il trapianto diretto della fragolina di bosco in successione a fragola. I due appezzamenti presentavano una rilevante presenza di patogeni del terreno iscrivibili in larga parte a *P. cactorum*. I dati raccolti nel 2004 hanno evidenziato una differenza significativa tra le due tesi con una percentuale di piante morte nel campo biofumigato del 5,8 % contro una percentuale del 40,5 % nel campo non trattato (dati non pubblicati).

L'azione degli isotiocianati presenti in *B. juncea* sembrerebbe svolgersi anche nei confronti dei semi presenti nel terreno impedendone la germinazione.

Prove eseguite in Australia hanno ottenuto una riduzione del 30% della biomassa vegetale sviluppata da erbe infestanti (Bianco *et al.*, 2000), mentre una sperimentazione condotta dal C.R.A.B. S.c.r.l., per confrontare diversi tipi di copertura vegetale per il contenimento delle erbe infestanti su colture protette di peperone, ha evidenziato percentuali di copertura medie delle infestanti inferiori nelle tesi seminate a *B. juncea* + *Trifolium repens* rispetto a quelle se-

minate con le singole specie (dati non pubblicati).

Infine, va ricordato il ruolo che *B. juncea* può rivestire nella lotta ai nematodi galligeni sia per la biofumigazione sia come pianta esca. Studi condotti in Emilia Romagna hanno evidenziato, sia in vitro sia in prove di semi-campo, la capacità degli isotiocianati prodotti da *B. juncea* di determinare mortalità del 100% in popolazioni del nematode galligeno *Meloidogyne incognita* (Curto *et al.*, 2002; Curto *et al.*, 2005).

Tecnica d'impiego

L'impiego di *B. juncea* per la biofumigazione di terreni destinati a colture agrarie prevede l'impianto di una coltura da sovescio o l'utilizzo di pellets composti da farine ottenute dalla pianta opportunamente essiccata.

Nel primo caso il terreno rimane occupato dalla coltivazione per circa 4-6 mesi; questo può essere un fattore di limitazione nell'applicazione di tale tecnica in aziende specializzate ed in particolare nelle colture protette.

La coltura deve essere sovesciata nell'epoca di piena fioritura, periodo nel quale è più elevato il contenuto di glucosinolati nelle radici e nelle altre parti epigee. La pratica migliore è quella di trinciare la massa verde con un trinciastocchi o una fresa fuori terra per scatenare la reazione biochimica e rendere più facile l'interramento. La pianta trinciata deve poi essere inter-

rata mediante erpice a dischi, frese o eseguendo un'aratura superficiale. Il terreno deve avere un sufficiente grado di umidità e di aerazione per consentire l'innescò della reazione enzimatica ed il successivo rilascio degli isotiocianati sotto forma di gas negli interstizi del suolo medesimo. Immediatamente dopo l'operazione di interramento il suolo deve essere coperto con un telo in PET, al pari della fumigazione convenzionale, per evitare che il gas sfugga rapidamente. Dopo queste operazioni il terreno deve essere lasciato a riposo per circa due settimane. Trascorso tale periodo occorre rimuovere il telo in PET, arieggiare il terreno con una leggera fresatura ed attendere altre due settimane: il terreno sarà allora pronto per ospitare una nuova coltura. L'impiego di pellets riduce notevolmente i tempi di occupazione del terreno agrario. Il materiale pellettato deve essere distribuito nella misura di 200-300 grammi per metro quadrato ed interrato alla profondità di 10-15 cm soltanto 5 giorni prima dell'impianto. Occorre poi irrigare in quanto i pellets sono attivati dall'acqua. Trascorso il periodo indicato è possibile procedere all'arieggiamento e alla coltivazione.

Impiego di *B. juncea* per la bonifica di terreni contaminati

Negli ultimi anni, alcune piante hanno suscitato l'attenzione di molti ricercatori per la loro capacità di assorbire ed immobilizzare sostanze considerate altamente inquinanti come i metalli pesanti e gli elementi radioattivi; sono le cosiddette "piante iperaccumulatrici", in grado di assorbire nella parte aerea concentrazioni di metalli pesanti da 10 a 500 volte maggiori rispetto a quelle normalmente misurate in piante non accumulatrici.

Il meccanismo di iperaccumulo può avvenire solamente se si verificano le seguenti condizioni:

- le piante sono in grado di tollerare valori elevati del metallo nelle radici e negli apici vegetativi, quindi è un'ipertolleranza che rende possibile l'iperaccumulo;
- le piante sono capaci di traslocare ad un'alta concentrazione il metallo pesante dalle radici agli apici vegetativi;
- deve esserci un rapido tasso di assorbimento dell'elemento ai livelli esistenti nella soluzione circolante del terreno (Chaney *et al.*, 1997).

Tra le piante iperaccumulatrici l'erba medica (*Medicago sativa*) è in grado di assorbire cadmio, nichel, rame, piombo e zinco; la silene (*Silene vulgaris*) zinco e

cadmio; il girasole (*Helianthus annuus*) assorbe metalli radioattivi come Cesio 137 e Stronzio 90. *B. juncea* è stata studiata per la sua capacità di assorbire selenio, zolfo, piombo, cromo, rame, cadmio, nichel e zinco; inoltre rientra come pianta fitodepurante in programmi per la decontaminazione dei suoli circostanti la centrale nucleare di Chernobyl. Il limite di questa tecnica è che i metalli pesanti sono spesso presenti nel terreno in forme insolubili e quindi non disponibili nella soluzione circolante; per tale ragione alcuni autori suggeriscono l'impiego di agenti chelanti (HEDTA, EDTA) per rendere più solubili e mobili tali elementi.

La tecnica della fitodepurazione ha una storia relativamente recente; nel 1948 alcuni ricercatori italiani evidenziarono la capacità di assorbire elevate

quantità di nichel da parte della pianta *Alyssum bertolonii*; questi studi furono ripresi ed approfonditi soltanto nel 1977 alla Massey University in Nuova Zelanda sulla specie *Hybanthus floribundus*; ma fu negli anni '80 che si iniziò a studiare la possibile applicazione del potenziale di iperaccumulazione di alcune piante per la bonifica di siti inquinati. Negli ultimi anni, negli Stati Uniti sono stati destinati a questo settore di ricerca più di 1,5 milioni di dollari. La fitodepurazione può risultare particolarmente vantaggiosa in quanto i costi di impianto e gestione della coltura risultano minimali rispetto a quelli necessari per una bonifica che prevede la rimozione, la decontaminazione ed il successivo riposizionamento di un terreno inquinato.

BIBLIOGRAFIA

BIANCO V., NICHOLLS J., MATTNER S., ALLEN D., PORTER I., 2000. Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives And Emissions Reductions. Nov. 6-9. Orlando, Florida.

CHANEY R.L., MALIK M., LI Y.M., BROWN S.L., ANGLE J.S., BAKER A.J.M., 1997. Phytoremediation of soil metals. *Current Opinions. Biotechnology* 8: 279-284.

CURTO G., DALLAVALLE E., SANTI R., MALAGUTI L., LAZZERI L., 2002. Prove preliminari sull'attività in vitro dei prodotti di degradazione di alcuni glucosinolati verso una popolazione del nematode *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White) Chitw. *Nematologia mediterranea*, 30. Supplemento: 71-74.

CURTO G., DALLAVALLE E., LAZZERI L., 2005. Life cycle duration of *Meloidogine incognita* and host status of Brassicaceae and Capparidaceae selected for glucosinate content. *Nematology*, Vol. 7 (2): 203-212.

DUNNE C.P., DELL B., ST. J.HARDY G.E., 2003. The effect of biofumigants on the vegetative growth of five *Phytophthora* species in vitro. *Acta Hort. (ISHS)* 602: 45-51.

GAMLIEL A., STAPLETON J.J., 1993. Characterisation of antifungal volatile compounds evolved from solarised soil amended with cabbage residues. *Phytopatology*. 83: 899-905.

LAZZERI L., MALAGUTI L., 2001. La tecnica dei sovesci. Per la difesa delle colture dai patogeni terricoli. *Bioagricoltura*, 71 (7-8).

NICHOLLS J.W., BIANCO V., ALLEN D., PORTER I.J. 1999. Relative Concentration of Isothiocyanates in Water and in Soil and the Implications for Soilborne Pathogen Control. 10th International Rapeseed Congress. Canberra, Australia.

PIGNATTI S., 1982. Flora d'Italia. Vol. 1. Edagricole: 471.

RENIUS W., LÜTKE ENTRUP E., LÜTKE ENTRUP N., 1994. Colture intercalari foraggiere, da sovescio e da set-aside. *Edagricole*: 206-207.

www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Brassica_juncea.html. Ultima visita 16/04/07.

YU J. C., JIANG. Z.-T., LI. R., CHAN. S.M., 2003. Chemical Composition of the Essential Oils of *Brassica juncea* (L.) Coss. Grown in Different Regions, Hebei, Shaanxi and Shandong, of China. *Journal of Food and Drug Analysis*, Vol.11. n° 1: 22-26.