

## Il monitoraggio biologico dell'inquinamento ambientale per la sicurezza alimentare in Sicilia

■ GAETANO MANZONE, M&M ASSOCIATI  
@ info@mmconsul.it – www.mmconsul.it

La sicurezza dei prodotti alimentari è diventata un tema prioritario della politica comunitaria di libera circolazione delle merci e di tutela del consumatore. Ma è solo nel 2000 che la strategia comunitaria per la sicurezza alimentare si è dotata di una struttura unitaria con la pubblicazione del "Libro Bianco per la sicurezza alimentare" nel quale sono chiaramente indicati sia gli elementi di prevenzione funzionali alla tutela della salute umana (quali, ad esempio tracciabilità, controllo delle condizioni igieniche di filiera sin dalla produzione primaria, analisi "scientifica" del rischio alimentare, principio di precauzione, informazione dei consumatori, ecc.), sia "altri fattori legittimamente pertinenti per la protezione della salute dei consumatori ...", quali, ad esempio, "l'agricoltura sostenibile, le aspettative dei consumatori quanto alla qualità dei prodotti, una adeguata informazione e definizione delle caratteristiche essenziali dei prodotti nonché dei loro metodi di lavorazione e produzione".

La sicurezza degli alimenti e la tutela degli interessi dei consumatori sono inoltre fonte di crescente preoccupazione per i cittadini, le organizzazioni non governative, le associazioni professionali, le organizzazioni commerciali.

La contaminazione dei prodotti alimentari, e di quelli di origine vegetale in particolare, costituisce un rischio reale per la sicurezza alimentare. Questa può provenire da varie fonti, ma principalmente dall'uso eccessivo di prodotti chimici nelle pratiche agronomiche e dall'inquinamento dell'ambiente (aria, acqua e suolo).

L'Unione Europea ha quindi adottato un'ampia gamma di provvedimenti legislativi al fine di proteggere i prodotti alimentari, regolamentando la presenza di sostan-

ze contaminanti nell'alimentazione umana (tipo di sostanze e tenori massimi).

In particolare, il Legislatore europeo si è concentrato sul divieto e sulla limitazione di utilizzazione di alcuni prodotti chimici, nonché sulla classificazione, sull'etichettatura e sull'imballaggio delle sostanze e dei preparati pericolosi, ivi compresi i fertilizzanti ed i pesticidi, i quali sono oggetto di regimi specifici.

### Ambiente e sicurezza alimentare

La politica in materia di sicurezza alimentare si colloca nell'ambito di una politica più generale e trasversale di sviluppo sostenibile e tutela dell'ambiente.

Tale politica non può essere separata da

alcuni fattori ambientali che hanno un'incidenza diretta sulla qualità dei prodotti destinati al consumo animale e umano.

Questi fattori ambientali riguardano segnatamente l'utilizzo di prodotti chimici in agricoltura, la corretta gestione dei rifiuti, l'inquinamento del suolo, l'inquinamento atmosferico, la qualità delle acque (es. tenore in nitrati), nonché la protezione della natura e della biodiversità.

Ad esempio, la Direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole, fornisce importanti indicazioni sul controllo e sulla riduzione dell'inquinamento idrico che deriva dall'uso di quantità eccessive di fertilizzanti e dallo spandimento delle deiezioni di animali allevati.

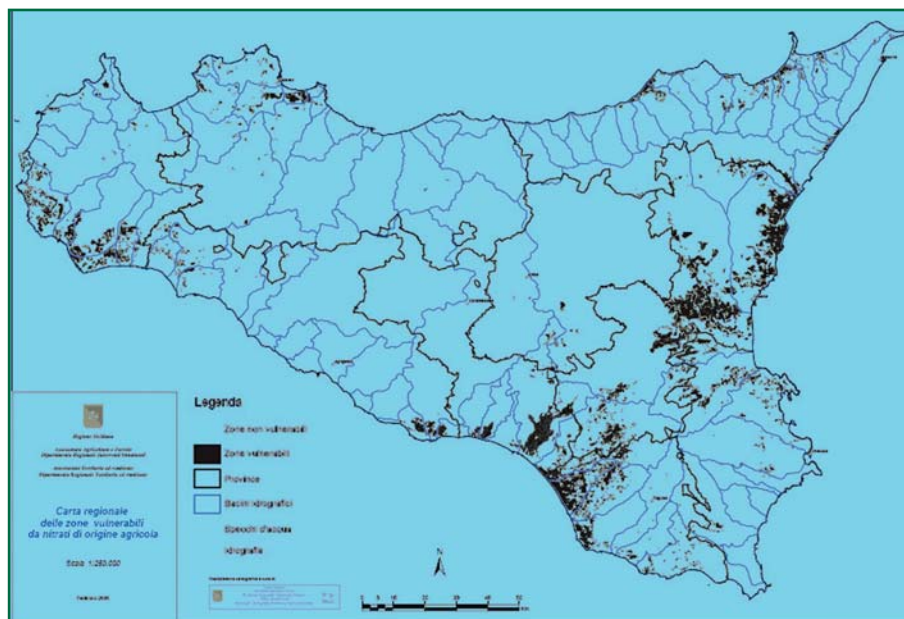


Figura 1 - Carta regionale delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola.

Tale Direttiva è stata recepita in Italia dal D. Lgs. n. 152/99<sup>1</sup> e s.m.i., il quale indica altresì alle Regioni i criteri per individuare le *zone vulnerabili*, rappresentate dalle aree che scaricano direttamente o indirettamente composti azotati in acque già inquinate o che potrebbero esserlo in conseguenza di tali scarichi.

La Regione Sicilia, come previsto dalla Direttiva richiamata, ha realizzato la "Carta regionale delle Zone Vulnerabili da Nitrati di origine agricola" (in scala 1:250.000) raffigurata nella **Figura 1**: gli agricoltori, nelle zone individuate vulnerabili, devono rispettare gli adempimenti previsti dall'Allegato 4 "Programma di azione obbligatorio per le zone vulnerabili da nitrati di origine agricola", nel quale sono specificate alcune norme relative alla gestione dei fertilizzanti e ad altre pratiche agronomiche.

Il problema del monitoraggio dell'inquinamento del suolo, delle acque e dell'aria riveste quindi un aspetto di primaria importanza sia per le implicazioni di carattere normativo (rispetto dei limiti di legge), sia per la determinazione della qualità dell'ambiente (sostenibilità delle attività umane e degli esseri viventi). Esiste infatti una stretta correlazione tra la vita in tutte le sue espressioni e l'ambiente, che fa del materiale biologico di quell'ambiente e della sua "qualità" un descrittore dell'ambiente stesso (bioindicatore).

Negli ultimi decenni sono state svolte interessanti indagini per individuare degli indicatori biologici (bioindicatori) in grado di indicare, attraverso specifiche correlazioni di causa-effetto tra le risposte del bioindicatore e delle variazioni ambientali, un'alterazione della situazione ambientale riconducibile all'attività antropica (inquinamento), soprattutto di tipo negativo<sup>2</sup>.

Una interessante definizione di bioindicatore è quella proposta da Iserentant e De Sloover (1976) che qui riportiamo in quanto tuttora ampiamente accettata dalla letteratura scientifica:

**bioindicatore** = "organismo o sistema biologico usato per valutare una modificazione – generalmente degenerativa – della qualità dell'ambiente, qualunque sia il suo livello di organizzazione e l'uso che se ne fa. Secondo i casi il bioindicatore sarà una comunità, un gruppo di specie con comportamento analogo (gruppo ecologico), una specie particolarmente sensibile (specie indicatrice), oppure una porzione di organismo, come organi tessuti cellule o anche una soluzione di estratti enzimatici". Inoltre, è stata oramai universalmente accertata la sensibilità degli organismi viventi, e di alcuni in particolar modo, nei confronti di una azione perturbatrice,

TIPO DI "BIOINDICATORE"	RISPOSTA DEL BIOINDICATORE	
	Tempo di esposizione	
	Giorni/Settimane	Mesi/Anno
Organismo	Clorosi, necrosi, effetti sugli scambi gassosi, alterazione dei tessuti, variazioni morfologiche, accumulo inquinanti, deperimento di organi.	Deperimento di organi, riduzione della fertilità, sterilità, morte dell'organismo.
Cellula	Attività enzimatiche alterate, concentrazione di metaboliti.	Cambiamenti nel metabolismo, cambiamento negli scambi di energia, cambiamenti nei meccanismi di ossidoriduzione.

**Tabella 1** - Matrice delle "risposte" nel tempo di un bioindicatore ad un agente inquinante.

chiaramente identificata rispetto a tutta una serie di stress ai quali l'indicatore è costantemente sottoposto, quale ad esempio quella dovuta alle sostanze chimiche (molecole inquinanti, gas tossici, fitofarmaci, erbicidi ecc.).

Il tipo di risposta del bioindicatore varia in relazione al livello di organizzazione biologica del sistema assunto come bioindicatore ed al tempo di esposizione alla causa che provoca lo stress e la conseguente risposta (**Tabella 1**).

Numerose sono le sostanze tossiche di diversa natura che possono entrare nella catena alimentare. Negli ultimi decenni il fenomeno ha raggiunto livelli elevati soprattutto a causa della loro aumentata immissione nella biosfera.

A livello comunitario tale problema è stato affrontato introducendo dei limiti alla diffusione di sostanze tossiche nell'ambiente ed all'utilizzo di talune sostanze.

I metodi per la misura diretta della concentrazione dei più diversi tipi di inquinanti in differenti matrici quali suolo, acqua e aria, utilizzano però metodologie analitiche molto laboriose e costose che spesso non risultano particolarmente adatte a restituire in tempi brevi ed a costi contenuti informazioni interessanti sulle interazioni esistenti tra qualità dell'ambiente e sicurezza alimentare.

Un aspetto di primaria importanza è quello relativo alla presenza di metalli pesanti negli alimenti di origine vegetale, dovuto essenzialmente alla presenza di tali metalli nel suolo.

Un esempio di bioindicatori in grado di fornire una risposta al grado di concentrazione dei metalli pesanti nel terreno di coltivazione è dato dai semi di varie specie vegetali [quali ad es. ravanella comune (*Raphanus sativus* var. *radicula* Perzoon); frumento (*Triticum aestivum* L. var. Florida 301); lattuga coltivata (*Lactuca sativa* L.); cavolo comune (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.); cavolo rapa (*Brassica rapa* L.); miglio colti-

vato (*Panicum miliaceum* L.)] che vengono fatti germinare in situazioni controllate sperimentalmente, sottoponendoli all'azione di soluzioni contenenti concentrazioni diverse di vari metalli, per testare la sensibilità delle specie nei confronti dei metalli impiegati, misurando le variazioni dell'allungamento radicale (tale metodo è approvato dalla US EPA - *Environmental Protection Agency*, 1982 e può essere utilizzato per monitorare acque, acque di scolo, sedimenti e fanghi; ha il vantaggio di non essere eccessivamente costoso).

In Italia, Pirola *et al.* (1996), al fine di ricercare piante spia che evidenziassero i disturbi legati alla presenza di discariche di sostanze tossiche e nocive attraverso modificazioni morfologiche di apparati vegetativi e riproduttivi, hanno studiato lo sviluppo dell'apparato radicale di *Chenopodium album*, *Setaria viridis*, *Digitaria sanguinalis* e *Portulaca oleracea*; gli Autori osservarono una riduzione dell'apparato radicale negli individui cresciuti all'interno della discarica rispetto a quelli viventi all'esterno della stessa.

Indagini più dettagliate furono effettuate su *Solidago gigantea*, che cresceva rigogliosa in una parte della discarica ricca di idrocarburi; i semi di tale specie furono fatti germinare in laboratorio somministrando loro soluzioni a concentrazione crescente di piombo, rame e nichel.

I risultati evidenziarono il perfetto adattamento della specie al substrato di melme acide e la capacità di agire come accumulatore nei confronti dei metalli esaminati, non presentando segni evidenti di danno, almeno alle concentrazioni considerate.

## Agenzia per la Sicurezza ed il Controllo degli Alimenti

Il tema della sicurezza alimentare e del rapporto con l'ambiente è stato affrontato con particolare impegno dalla Regione Sicilia,

un'isola con una grande vocazione agroalimentare, ambientale e turistica, la quale, nel corso del 2005, ha creato l'Agenzia per la Sicurezza ed il Controllo degli Alimenti (ASCA) con lo scopo di garantire la sicurezza e la qualità dei prodotti agroalimentari siciliani, con il marchio regionale denominato "Sicilia Agricoltura" (Figura 2).



Figura 2 - Il marchio di qualità "siciliano".

Grazie ad una rete di laboratori specializzati, tra cui quello di Ispica in provincia di Ragusa, ed alla presenza di auditors qualificati, l'ASCA assicurerà il controllo degli alimenti, per rivelare la presenza di sostanze che potrebbero essere nocive (quali OGM, fitofarmaci, pesticidi, metalli pesanti, ecc.) per i consumatori, e verificherà l'applicazione volontaria dei disciplinari di produzione e del regolamento di adesione all'uso del marchio.

L'ASCA ha già avviato le proprie attività per definire tecniche di produzione e metodologie di trasformazione specifiche (disciplinari di produzione) e piani di controllo rigorosi, al fine di garantire qualità e sicurezza della produzione agroalimentare siciliana, per rilanciare prodotti legati al territorio ed all'identità culturale dei luoghi di origine, per promuovere una corretta informazione ed educazione alimentare. Nell'ambito delle attività di certificazione dei prodotti a marchio "Sicilia Agricoltura" e delle attività di controllo e certificazione dell'ASCA, è in corso di valutazione l'avvio di un progetto di ricerca da noi proposto per lo sviluppo di tecniche integrate chimico-fisiche e biologiche per il monitoraggio della concentrazione dei metalli pesanti (Cd, Cr, Cu, Ni, Fe, Mn, Pb, Zn) e di altri inquinanti nei terreni, al fine di valutare le concentrazioni di contaminanti che possono essere assorbite dai prodotti di origine vegetale (alimenti e mangimi) e che possono interessare la catena alimentare.

Alle tradizionali tecniche di campionamento (ad esempio tecniche di spettrofotometria ad assorbimento atomico) si intende affiancare un "biomonitoraggio" mediante particolari specie vegetali bioindicatrici e/o bioaccumulatrici, con i seguenti vantaggi:

- presenta bassi costi e le misure possono essere ripetute per intervalli di tempo prolungati;
- consente di effettuare raffronti con il monitoraggio tradizionale per valutare l'attendibilità del metodo;
- è possibile monitorare con un numero significativo di punti le aree rurali e/o boschive, zone in cui potrebbe essere particolarmente dispendioso installare apparecchiature chimico-fisiche anche per l'assenza di linee elettriche;
- consente di indagare gli effetti dei contaminanti sulla catena alimentare, valutando il rapporto fra quantità di contaminante assorbita dal vegetale e quantità di contaminante presente nel terreno, evidenziando possibili concentrazioni soglia di contaminanti che dalle piante attraverso la catena alimentare possono arrivare agli animali ed all'uomo.

Lo studio permetterebbe inoltre di valutare le concentrazioni di contaminanti sia in aree agricole in prossimità di siti industriali, che in aree a vocazione "biologica".

Il campionamento verrebbe inoltre "georeferenziato" in modo da realizzare con un sistema GIS (*Geographic Information System*) delle mappe di concentrazione al suolo dei contaminanti, per mettere in evidenza i cambiamenti spaziali e temporali nella distribuzione delle concentrazioni. Tutto ciò permetterebbe di valutare *ab origine* la eventuale presenza di contaminazioni da metalli pesanti nei prodotti di origine vegetale.

La metodologia di realizzazione delle mappe di concentrazione al suolo dei contaminanti potrebbe seguire lo stesso percorso utilizzato per la realizzazione della Carta regionale delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola, sintetizzato nello schema riportato in Figura 3. ■

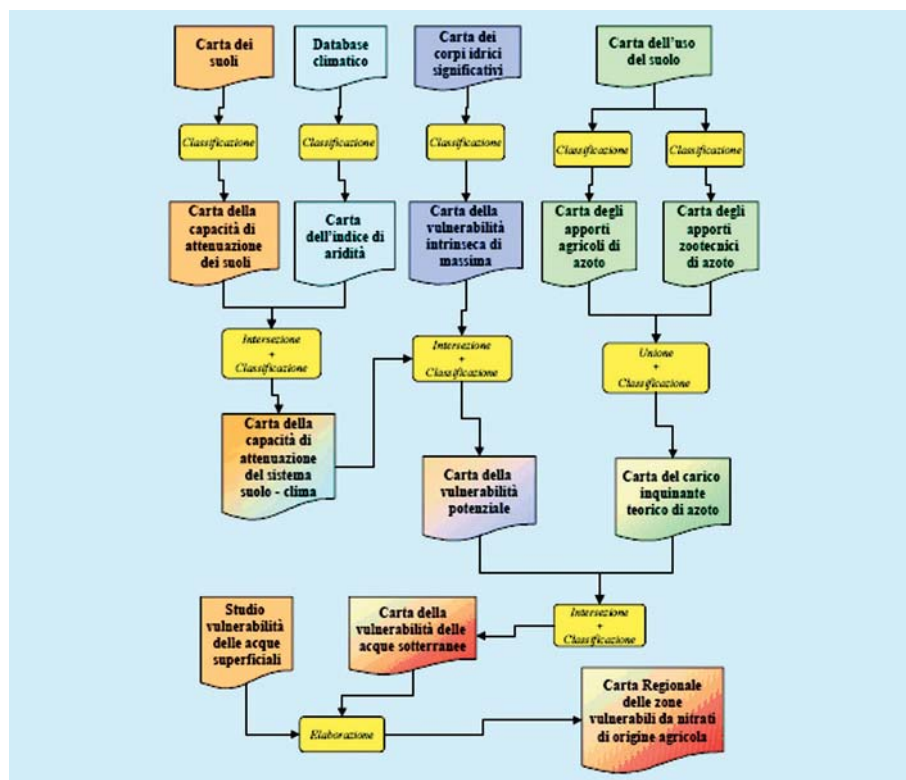


Figura 3 - Metodologia per la realizzazione della carta regionale delle zone vulnerabili.

**Note**

<sup>1</sup> Decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152. *Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e del e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole* (modificato da: D.Lgs. 18 agosto 2000, n. 258; Legge 23 dicembre 2000, n. 388; Legge 28 dicembre 2001, n. 448; (modificato da: D.Lgs. 18 agosto 2000, n. 258; Legge 23

dicembre 2000, n. 388; Legge 28 dicembre 2001, n. 448; Legge 31 luglio 2002, n. 179; Legge 289/2002; DM 6 novembre 2003, n. 367; DM 29 dicembre 2003, n. 391; Decreto legge 9 novembre 2004, n. 266).

<sup>2</sup> Tra le tante pubblicazioni in materia si segnala: Goldsmith, F. B. *Monitoring for Conservation and Ecology* (ed.) 1991. London e Mckenzie, D. H., Hyatt, D. E. e McDonald V. J. *Ecological indicators. Voll. 1 e 2* (ed.) 1990.