



**PROVINCIA DI SALERNO**  
ASSESSORATO PROVINCIALE  
AGRICOLTURA E FORESTE

**S**anificazione  
ambientale  
in **A**gricoltura  
nella Provincia di Salerno



A CURA DELL'ISTITUTO  
PER LA DIFFUSIONE  
DELLE SCIENZE NATURALI



**PROVINCIA DI SALERNO**  
ASSESSORATO PROVINCIALE  
AGRICOLTURA E FORESTE

 **Sanificazione**  
ambientale  
in **A**gricoltura  
nella Provincia di Salerno



A CURA DELL'ISTITUTO  
PER LA DIFFUSIONE  
DELLE SCIENZE NATURALI



**Sanificazione**  
in **Ambientale**  
**Agricoltura**  
nella **Provincia di Salerno**

**A CURA**

dell'Istituto per la Diffusione delle Scienze Naturali

**PROGETTO SCIENTIFICO**

**CLAUDIO SALERNO**

Presidente dell'Istituto per la Diffusione delle Scienze Naturali

**EDITING**

**CHIARA CAMONI**

Direzione artistica- Istituto per la Diffusione delle Scienze Naturali

**GRAPHIC DESIGN**

**ANTONIO PICARDI**

**CONTRIBUTI DI**

**F. D'ERRICO**

Facoltà di Scienze Agrarie – Portici- Università "Federico II" di Napoli

**F. MARZIANO**

Facoltà di Scienze Agrarie – Portici- Università "Federico II" di Napoli

**G. TARRO**

Direttore Servizio Virologia-Ospedale "Cotugno"-Napoli  
Presidente Associazione Italiana per lo Studio e la Ricerca Virologica

**E. CAPRIO**

Facoltà di Scienze Agrarie – Portici- Università "Federico II" di Napoli

**C. ESPOSITO**

Servizio Virologia – Ospedale "Cotugno"- Napoli  
Membro Associazione Italiana per lo Studio e la Ricerca Virologica

**L. BOURSIER**

Dottorando, Università degli Studi del Molise

**ROBERTA PICCOLO**

Istituto per la Diffusione delle Scienze Naturali

**ANDREA IORIO**

Istituto per la Diffusione delle Scienze Naturali

**ROMMASA SCHIPANI VICINANZA**

Istituto per la Diffusione delle Scienze Naturali

**SEGRETERIA ORGANIZZATIVA**

**ANNIO SALERNO, GIUSEPPE NAPPI**

© **ISTITUTO PER LA DIFFUSIONE DELLE SCIENZE NATURALI**

**Sede amministrativa:** Via Posillipo, 406 – 80123 NAPOLI

**Sede operativa:** Via Gambardella, 25 – Torre Annunziata (Na)

Tel/Fax 0818613946 - 336308262 e-mail: [idsn@libero.it](mailto:idsn@libero.it)





# I N D I C E

## PRESENTAZIONE

### ASPETTI EVOLUTIVI DELL'AGRICOLTURA IN PROVINCIA DI SALERNO

#### COSA SI INTENDE PER AGRICOLTURA SOSTENIBILE?

Pag. 1

Azioni previste dal programma regionale per l'agricoltura compatibile con l'ambiente (applicazione regionale CE 207/92)

I principi della produzione integrata

Disciplinari di produzione integrata e marchi commerciali

Regolamento CEE n.2078/92 sui metodi di produzione agricola compatibile con le esigenze di protezione dell'ambiente e con la cura dello spazio naturale

La situazione dell'agricoltura biologica in Italia

I principi dell'agricoltura biologica e la normativa comunitaria

La lotta contro i parassiti, le malattie e le piante infestanti

I passi per diventare azienda agricola biologica

Le funzioni della sostanza organica nel terreno

Aumentare la fertilità biologica del terreno: la concimazione organica

Migliorare la fertilità del terreno con l'interramento dei residui colturali dei cereali

Aumentare la fertilità biologica del terreno: il compostaggio aziendale

Aumentare la fertilità biologica del terreno: il sovescio, una vecchia tecnica che torna attuale

Aumentare la fertilità biologica del terreno: le condizioni per una buona riuscita del sovescio

Azoto "Fai da te" per il pomodoro: una proposta dal Maryland (USA)

Aumentare la fertilità biologica del terreno: il bilancio unico

Facciamo due conti con l'humus del terreno

Il contenuto di Nitrati negli Ortaggi

Conclusioni

### LA BIODIVERSITÀ SU SCALA GLOBALE

Pag. 4

Natura e biodiversità

Le aree protette in Campania: dalla carta alla gestione operativa

I fitofarmaci e le acque potabili

Elementi di sanificazione ambientale nella provincia di Salerno

### INQUINAMENTO MICROBIOLOGICO AMBIENTALE

Pag. 6

Introduzione

Ecologia dei virus

Habitat dei virus

Virulenza

Mezzi di trasmissione virale

Virus influenzali

Condizioni igieniche e sanitarie di una città dolente

Conclusioni

### FUNGI E ALIMENTI: UNO SGUARDO SU ALCUNE PROBLEMATICHE ATTUALI

Pag. 7

Introduzione

Alterazione della frutta

Alterazione dei semi dei cereali

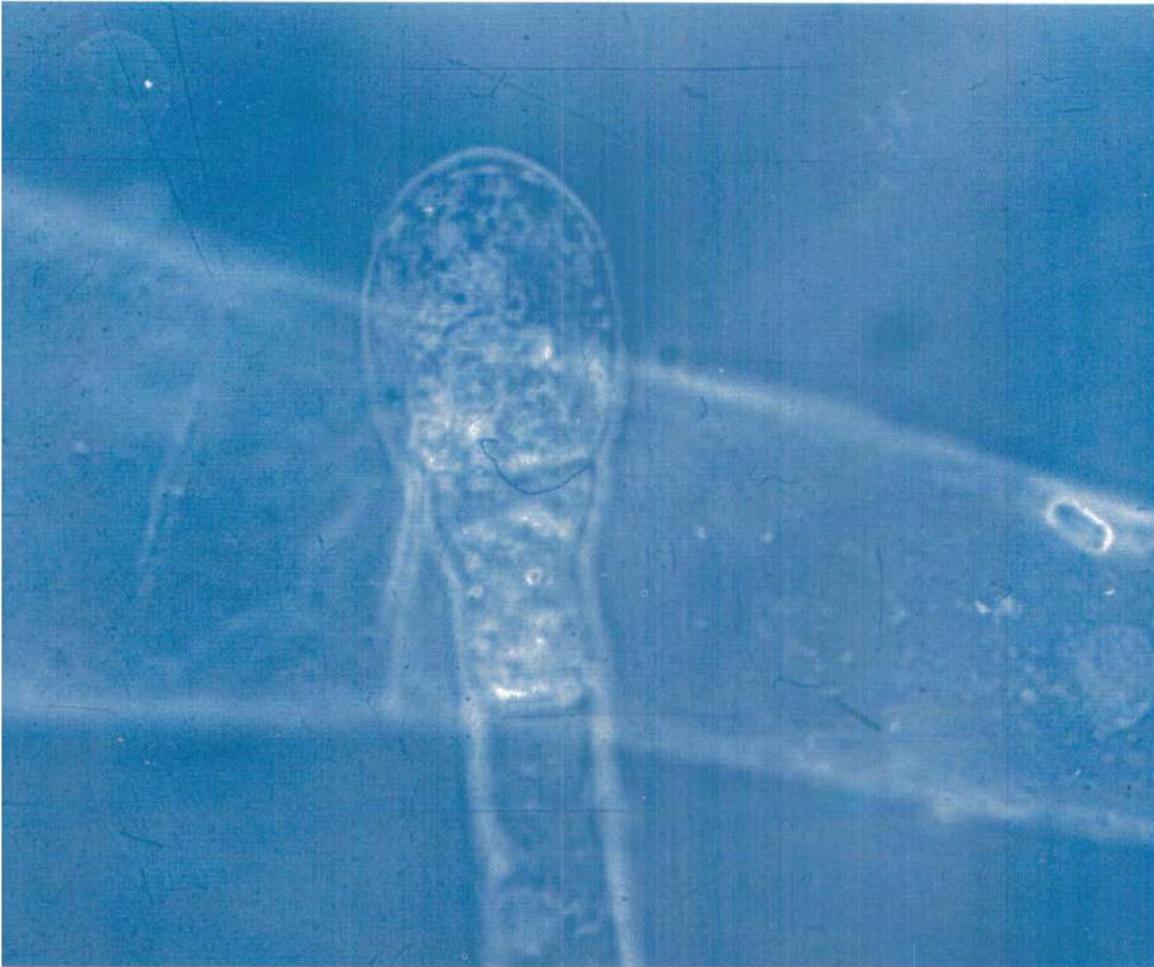
Conclusioni

### I PARASSITI DELLE DERRATE

Pag. 8

La prevenzione: il primo passo per ottenere il controllo degli infestanti

Monitoraggio e Difesa



# P R E S E N T A Z I O N E

...e giunse il terzo millennio accompagnato dai buoni propositi di tutti ma anche da tanta retorica. Le questioni ambientali restano completamente insolte; acqua, aria, suolo restano problemi irrisolti ed entrano a far parte di quel discutere fine a se stesso.

L'ambiente è una problematica ormai mondiale e parlare di emergenza è diventata una moda molte volte fuori luogo. È da tempo che l'Assessorato all'Agricoltura e Foreste della Provincia di Salerno è impegnato in una campagna di informazione, sensibilizzazione e formazione sui grandi temi dell'agricoltura nell'ampia area salernitana.

Con questa pubblicazione si intende contribuire a tale azione attraverso la diffusione gratuita di quest'opera e dalla presentazione di una mostra itinerante sulla "Biodiversità e biotecnologie".

Il problema ambiente ha oggi raggiunto livelli preoccupanti ed è ora di intervenire. Tutti sappiamo che la risposta a tale problema può arrivare solo dalla ricerca scientifica e da una corretta educazione ambientale che offrano soluzioni serie, possibili, fruibili da tutti. È impossibile pensare che la nostra civiltà possa arrestare il proprio sviluppo, bisogna allora nel contempo riflettere sul fatto che le risorse in buona parte saranno esaurite. È necessario comprendere che è giunto il momento di produrre beni che aumentino la loro qualità e non la quantità e che il loro impatto ambientale permetterà alle prossime generazioni di trovare una terra ancora utilizzabile. L'agricoltura rappresenta per la nostra provincia un'attività primaria; uno dei nostri principali obiettivi è quello di trasformare attraverso un'evoluzione progressiva l'agricoltura tradizionale in agricoltura sostenibile.

Per raggiungere questo traguardo è necessario capire che bisogna sanificare l'ambiente e comprendere quali sono i rischi che corriamo se questo non avviene. I virus, per esempio, rappresentano un pericolo costante per l'uomo e per gli animali, essi non possono essere dominati poiché continuano ad adattarsi all'ambiente. Il riscaldamento della terra potrebbe stimolare l'attività di insetti portatori di virus con grave danno alla salute dell'uomo. Ogni giorno virus, batteri, miceti e altri microrganismi si evolvono e diventano sempre più resistenti. Risulta quindi necessario intraprendere un'azione di conoscenza su questi problemi affinché noi tutti possiamo contribuire con un atteggiamento corretto alla risoluzione di tutte queste incognite che assillano la nostra vita futura. Con questa iniziativa, quindi, vogliamo contribuire nel nostro piccolo a dare un segnale di forte impegno in tale direzione.

**Antonio Di Vece**

Assessore all'Agricoltura e Foreste  
Provincia di Salerno

**Claudio Salerno**

Presidente Istituto per la Diffusione  
delle Scienze Naturali



Aspetti evolutivi  
dell'agricoltura  
in provincia di Salerno  
Cosa si intende per  
agricoltura sostenibile?

**Francesco D'Errico**  
**Emilio Caprio**  
**Andrea Iorio**  
**Tommasa Schipani Vicinanza**





La provincia di Salerno conserva il primato di un'agricoltura assolutamente "tonica", basti guardare il comparto della produzione e trasformazione del pomodoro. Essa è in testa alla graduatoria nazionale riguardante la presenza sul territorio di aziende di trasformazione dei prodotti agro-alimentari. Su centonovantasette aziende operanti in Italia il comprensorio salernitano ne possiede, infatti, ben ottantotto. E, di queste, oltre il 50 per cento è localizzato nell'agro-nocerino sarnese, da sempre culla dell'oro rosso. Le colture più rappresentative della provincia di Salerno sono riportate nella tabella seguente:

<b>COLTURA</b>	<b>ETTARI</b>
Olivo	39.000
Grano	17.000
Vite	12.000
Mais	10.000
Patata	4.800
Pesco	2.500
Pomodoro	2.400
Nocciolo	2.300
Lattuga	2.000
Agrumi	1.800
Carciofo	1.600
Cipolla	1.500
Tabacco	1.200
Pero	1.000
Melanzana	900
Limone	750
Fragola	720
Melo	600
Pomodoro in serra	580
Peperone	500
Albicocco	400
Cocomero-Anguria	350
Actinidia	250
Popone-Melone	200
Bietola	160
Carota	90
Altre colture ortive	11.500
Altre colture frutticole	9.800
Altre piante ornamentali	250

In provincia di Salerno si assiste ad un cambiamento colturale che diventa sempre più marcato: il passaggio dalla frutticoltura all'orticoltura di pregio (colture in serra), con profondi cambiamenti organizzativi, imprenditoriali, sociali.

Inoltre la piana del Sele è costantemente colonizzata da floricoltori napoletani che investono danaro proveniente da espropri per opere di pubblica utilità.

Ci soffermiamo in queste note su due colture prese a simbolo dei cambiamenti: la fragola e la rucola. La fragolicoltura in provincia di Salerno ha subito profonde modifiche negli ultimi anni, a causa della sempre maggiore diffusione della cosiddetta "fragola fresca", vale a dire della coltivazione di piante che non sono state frigoconservate.

Le differenze di coltivazione tra le due tipologie sono notevoli, sia per quanto riguarda il periodo di trapianto che quello di raccolta, ma anche per l'epoca d'alcuni trattamenti.

Pertanto un programma di lavoro deve considerare non solo la superficie totale, che negli ultimi due anni è rimasta peraltro stabile, ma anche la quota che avrà la fragola fresca.

A Salerno la fragolicoltura è concentrata quasi esclusivamente sulla piana del Sele. In questa zona è basilare un programma di concimazione di base, previa analisi del terreno, al momento della preparazione dei letti di trapianto. Dopo il trapianto, necessitano prodotti che favoriscono la radicazione e lo sviluppo delle giovani piantine. Da questo momento fino all'espianto, che di solito avviene tra maggio e giugno, il programma di difesa è finalizzato verso alcune fitopatie quali oidio e botrite; con le plastiche attuali e con le agrotecniche messe in atto, senz'altro l'oidio è diventato il bersaglio tra i patogeni. Ovviamente si privilegiano i prodotti che mostrano, accanto all'efficacia, un basso impatto ambientale ed un buon profilo tossicologico, vale a dire una bassa tossicità per l'uomo ed un R.M.A. alto, qualità molto apprezzate soprattutto dalla G.D.O.

Tra i fitofagi, la *Frankliniella occidentalis* è con certezza il nemico più pericoloso per il quale necessariamente bisogna ricorrere ad interventi di lotta biologica che s'inseriscono in una difesa integrata molto severa.

Nella provincia di Salerno, durante l'annata 2000/2001 la coltivazione della Rucola ha registrato un enorme incremento. Si stima che la rucola abbia occupato una superficie di circa 250 ettari. Accanto ad essa, anche se in minore misura, è aumentata anche la superficie coltivata ad insalatine da taglio, le quali hanno occupato circa 60 ettari.

La rucola coltivata nella provincia di Salerno, per l'80% è rappresentata dalla tipologia "a foglia frastagliata" (rucola selvatica), mentre il 20% è "a foglia d'olivo" (rucola coltivata); la prima, prevalentemente, è destinata alla G.D.O., la seconda ai mercati locali. La coltivazione, condotta interamente in serra, inizia tra settembre ed ottobre, epoca in cui si eseguono le prime semine e può protrarsi fino alla primavera successiva. Si possono effettuare fino a 4-5 sfalci con una produzione totale media di 3 kg per mq. Il primo taglio è il più importante e può raggiungere kg 1,300 per mq; negli sfalci successivi, mediamente, si ottengono 600 gr per mq. La semina si effettua in due maniere diverse. Si utilizzano seminatrici che distribuiscono circa 3 kg ad ettaro, su "porche" larghe circa 150 cm; oppure la rucola è coltivata su terreni pacciamati con film plastici dotati di fori, in cui si collocano 2-3 pillole recante ognuna 11-13 semi. La rucola è soggetta a marciumi delle radici e del colletto, provocati da funghi del genere *Pythium* e *Sclerotinia*; la parte aerea è soggetta a *Bremia lactucae* (peronospora) e *Botrytis cinerea* (muffa grigia). La difesa di questa coltura inizia con la disinfezione del terreno; la solarizzazione è il sistema più diffuso, mentre il Bromuro di metile non è consentito perché apporta elevati residui di ione bromo nella parte edule. Talvolta è utilizzata anche la sterilizzazione con vapore.

Sporadicamente è utilizzato in presemina il Metam sodio; molto spesso, invece, il Dicloran alla dose di 20 litri/ettaro con ribattiture a dosi basse (3 litri/ettaro) dopo ogni sfalcio. In vegetazione si adoperano i sali di rame, poco colorati possibilmente.

La rucola è la coltura che molto si presta alla difesa biologica totale. Infatti, data la mancanza di registrazioni di presidi sanitari specifici, è molto utilizzato il fosfito di potassio molto attivo nei confronti dei Ficomietti ed in particolare di quelli appartenenti alla famiglia delle Peronosporacee. Lo ione fosfito possiede attività sistemica ascendente e discendente; penetrando rapidamente nei tessuti vegetali, manifesta sia attività fungitossica che nutriente per l'elevato apporto di fosforo. Il meccanismo d'azione dello ione fosfito è di stimolare nella pianta una maggiore produzione delle sostanze naturali di difesa (fitoalessine), consentendo pertanto una protezione biologica indotta, con una contemporanea trasformazione all'interno della pianta in acido fosforoso, che rappresenta il prodotto finale ad elevata attività fungitossica.

Il fosfito di potassio produce due meccanismi d'azione tra loro complementari: da un lato un'azione indiretta della pianta attraverso l'attivazione di difese naturali (produzione di fitoalessine), dall'altro un effetto diretto d'inibizione sullo sviluppo del fungo (produzione di acido fosforoso).

I fitofagi più dannosi sono rappresentati dalle larve di nottuidi (nottue terricole e nottue di vegetazione); contro di esse si può utilizzare l'insetticida biologico selettivo a base di *Bacillus thuringiensis*, varietà *kurstaki* ceppo HD-1.



## COSA S'INTENDE PER AGRICOLTURA SOSTENIBILE?

Secondo la Società Americana di Agronomia, agricoltura sostenibile (anche detta eco-compatibile) è quella che:

- fornisce cibo e fibre per i bisogni umani;
- è economicamente valida;
- migliora le risorse naturali dell'azienda agraria e la qualità complessiva dell'ambiente;
- migliora la qualità della vita per gli agricoltori e l'intera società.

Questo tipo di gestione dell'agricoltura si pone l'ambizioso obiettivo di soddisfare le esigenze economiche (di alimenti per i consumatori e di reddito per gli agricoltori) senza compromettere il "capitale ambiente", patrimonio di tutti e risorsa per le future generazioni.

Nelle coltivazioni e negli allevamenti utilizza il più possibile i processi naturali e le fonti energetiche rinnovabili disponibili in azienda, riducendo così l'impatto ambientale dovuto all'uso di sostanze chimiche di sintesi (pesticidi, concimi, ormoni, antibiotici), alle lavorazioni intensive del terreno, alle monocolture e monosuccessioni, nonché allo smaltimento indiscriminato dei rifiuti di produzione (ad esempio i liquami zootecnici e i reflui di frantoio).

È ovvio che non esiste un unico modo di fare agricoltura sostenibile valido in tutto il mondo. Compito dell'agricoltore evoluto e sensibile è quello di adattare, con l'esperienza e con l'assistenza dei servizi tecnici, i risultati della ricerca e della sperimentazione alla propria realtà aziendale.

I modelli agricoli più diffusi in Italia che mettono in pratica i principi e le tecniche sostenibili sono le produzioni integrate, l'agricoltura biologica e quella biodinamica.

Nell'attuale contesto economico ed ambientale, all'agricoltura viene sempre più richiesta la produzione di beni secondo tecniche di coltivazione che consentano di produrre limitando al massimo l'impatto ambientale ed ottenendo nel frattempo prodotti privi di residui di fitofarmaci, nitrati, etc.

La crescente attenzione dei consumatori verso la salute, la qualità ed il rispetto dell'ambiente hanno creato le premesse per lo sviluppo dell'agricoltura integrata e biologica.

In questo settore, infatti, il consumatore ha il ruolo di "attore principale" e con le sue scelte salutistiche condiziona tutte le decisioni provenienti da chi sta a monte del processo produttivo. La produzione integrata oggi e quella biologica in un imminente futuro, s'inseriscono nella qualità certificata a pieno titolo. Esse, infatti, sono ottenute nel rispetto dei criteri tecnici definiti con un'apposita normativa e sotto il controllo di organismi specificamente abilitati.

L'intervento pubblico nel comparto agricolo promuove ed incentiva lo sviluppo dell'agricoltura sostenibile. In particolare, il Reg. CE 2078/92, consente di concedere aiuti alle aziende agricole che adottano tecniche a basso impatto ambientale e pongono in essere scelte produttive ed organizzative che contribuiscono a tutelare le risorse naturali e le bio-diversità.

## Azioni previste dal programma regionale per l'agricoltura compatibile con l'ambiente

(Applicazione Reg. CE 2078/92)

- Consistente riduzione dell'uso dei concimi
- Sensibile riduzione dell'uso dei fitofarmaci
- Introduzione o mantenimento dei metodi dell'agricoltura biologica
- Introduzione per le erbacee di varietà e/o cultivar meno produttive
- Diradamento dei sestri di impianto per le colture arboree
- Contenimento dell'irrigazione
- Introduzione di rotazioni
- Conversione dei seminativi in pascoli estensivi
- Riduzione della densità del patrimonio bovino od ovino per unità di superficie foraggiera
- Impiego di altri metodi di produzione compatibili con le esigenze dell'ambiente
- Allevamento di specie animali locali in pericolo di estinzione
- Cura dei terreni agricoli e forestali abbandonati
- Ritiro dei seminativi dalla produzione per venti anni

Con il termine "prodotti biologici" (Reg. CE 2092/91) vanno intese tutte le produzioni agricole da consumo fresco (vegetali da consumo fresco) e i preparati (oli, vini, conserve, paste alimentari) il cui processo produttivo è controllato in ogni fase da uno dei nove Organismi di Controllo (O.d.C.) - enti privati - giudicati idonei dal Ministero per le Politiche Agricole e Forestali.

Ogni prodotto ottenuto nel rispetto delle norme, sarà dunque certificato e dovrà essere contraddistinto da una specifica etichetta.

Uno degli aspetti che differenzia i prodotti biologici da altri commercializzati come "naturali, ecologici etc.", è appunto la particolare etichettatura.

Bisogna prestare attenzione agli elementi che devono necessariamente comparire nell'etichetta di un prodotto Biologico:

la dicitura: "Agricoltura biologica regime di controllo CEE" se il prodotto deriva da materia prima proveniente da aziende che abbiano terminato il periodo di conversione;

la dicitura: "Prodotto da agricoltura biologica in conversione" se il prodotto deriva da materia prima proveniente da aziende che non hanno ancora terminato il periodo di conversione;

nome e marchio e codice dell'O.d.C.;

estremi dell'autorizzazione ministeriale;

codice dell'azienda produttrice;

codice del lotto di etichette.

Ogni soggetto che voglia produrre, preparare o commercializzare con marchio prodotti agricoli biologici, deve essere inserito nel Sistema di Controllo Nazionale (S.C.N) ai sensi del Reg. CE 2092/91.

Si tratta di un sistema che comporta oneri e una certa gravosità amministrativa, ma bisogna offrire le massime garanzie ai consumatori e ai produttori seri.

Il S.C.N., istituito in Italia con D. L. 220/95 e relativi allegati, è operativo dal 01-01-1997 e prevede la partecipazione di tre diversi soggetti con funzioni differenziate:

- Ministero per le Politiche Agricole e Forestali (MiPAF): rappresenta l'autorità preposta al

controllo e al coordinamento delle attività amministrative e tecnico-scientifiche inerenti all'applicazione dell'ordinamento comunitario in materia di Agricoltura biologica di cui al Reg. CE 2092/91;

- Regioni: svolgono funzioni di natura ispettiva e di controllo sull'attività espletata nei territori di competenza dai diversi Organismi di Controllo autorizzati e redigono l'elenco l'Elenco Regionale degli operatori dell'agricoltura biologica da trasmettere entro il 31-03 di ogni anno al MiPAF;
- Organismi di Controllo e Certificazione (O.d.C.): sono soggetti privati responsabili esclusivi della certificazione dei processi produttivi adottati.

Provvedono alla verifica della conformità sia dei mezzi tecnici impiegati che dei prodotti ottenuti dagli operatori dell'Agricoltura Biologica.

Essi sono tenuti a rilasciare le certificazioni di conformità e le etichette con il marchio dell'Organismo di Controllo e a trasmettere gli elenchi degli operatori controllati alle amministrazioni preposte al controllo della loro attività.

Le aziende agricole che in Campania hanno scelto di produrre biologico sono in continuo aumento. Attualmente si registrano oltre 1600 imprese, con una superficie impegnata di oltre 12.000 ettari.

Il fenomeno appare rilevante e ad esso si associa la presenza di aziende che applicano con successo le norme sull'agricoltura compatibile con l'ambiente (Reg. CE 2078/92).

La gamma di prodotti agroalimentari biologici certificati è notevolmente estesa e comprende: olio di oliva extra-vergine, vino, paste alimentari, pomodoro inscatolato, pomodori sotto vetro, passata di pomodoro, succhi di frutta, legumi secchi, ortaggi di stagione, limoni, erbe officinali, limoncino, mozzarella, miele.

## I PRINCIPI DELLA PRODUZIONE INTEGRATA

(dalla direttiva del 1993 dell'Organizzazione Internazionale per la Lotta Biologica e Integrata)

La Produzione Integrata è un sistema di gestione complessiva dell'azienda agricola che valorizza le risorse naturali e i meccanismi di regolazione degli ecosistemi. La gestione corretta e l'utilizzazione prudente delle risorse naturali sono in grado di sostituire apporti esterni quali concimi e prodotti fitosanitari. Il minor ricorso a prodotti chimici riduce l'inquinamento e i costi di produzione, migliorando l'economia globale dell'azienda. Inoltre il rispetto degli equilibri che regolano gli ecosistemi è garanzia per un'agricoltura vitale a lungo termine. Ed ancora:

- assicura una produzione duratura di alimenti e di altri prodotti di alta qualità. La qualità non consiste solo nelle caratteristiche interne o esterne del prodotto, ma soprattutto nei metodi di produzione basati sull'uso preferenziale di tecnologie durevoli e rispettose dell'ambiente (la conservazione e il miglioramento della fertilità del suolo, l'incremento della diversità ambientale, la lotta biologica alle avversità delle colture, il benessere di tutti gli animali di allevamento) e sul ricorso limitato e giudizioso a prodotti chimici di sintesi;
- mantiene il reddito dell'agricoltore;
- elimina o riduce le fonti attuali di inquinamento agricolo dell'ambiente;
- sostiene le funzioni molteplici dell'agricoltura.

L'agricoltura deve soddisfare i bisogni della società nel suo insieme, comprese le esigenze che non sono direttamente alla produzione di alimenti e fibre. La diversificazione pae-

saggistica, la conservazione delle forme di vita selvatica, la colonizzazione delle zone marginali e la loro messa a coltura, nonché la salvaguardia delle pratiche colturali e delle tradizioni rurali locali sono attività di gran valore sociale e ambientale che possono essere validamente svolte dalle aziende agricole.

## DISCIPLINARI DI PRODUZIONE INTEGRATA E MARCHI COMMERCIALI

**D**icesi integrata la produzione economicamente redditiva, di prodotti agricoli di elevata qualità, ottenuta privilegiando le pratiche colturali ecologicamente più sicure e minimizzando gli effetti collaterali indesiderabili e l'uso dei prodotti chimici di sintesi.

Favorita dalla politica agricola comunitaria, tesa a sostenere non più il prodotto, ma le aziende che si convertono a una coltivazione soffice, la produzione integrata, in tempi di vacche grasse e di eccedenze alimentari, non punta più sulla quantità, ma sulla qualità. Il nuovo consumatore "verde", in crescita sui mercati di tutto il mondo, non solo chiede alimenti in cui si riducano fino alla sensibilità strumentale i residui ma anche prodotti che derivino da campi in cui la difesa e le pratiche agronomiche siano state il meno possibile impattanti per l'ambiente. Questa nuova esigenza, di un consumatore sempre più sensibile alla conservazione ambientale, ha indotto i grandi sistemi di distribuzione a rispondere in maniera pronta ed efficace. Ma non solo: consapevoli delle richieste di qualità per il prodotto e per l'ambiente, le istituzioni si sono adoperate nel senso di migliorare tutta la filiera agroalimentare. L'agricoltura campana ha imboccato la strada della produzione integrata sia attraverso le autonome iniziative dei produttori stimolati dal mercato, sia attraverso azioni poste in essere dall'Assessorato regionale all'Agricoltura.

Quest'ultimo, infatti, ha avviato la procedura per una regolamentazione generale dell'integrato in Campania e nello stesso tempo ha posto in essere un'azione pilota che coinvolge migliaia di operatori agricoli in diversi comparti produttivi. I comparti interessati sono quelli della patata, della mela annurca, del limone, del pomodoro San Marzano.

Con un'azione di informazione e di consulenza diffusa su tutto il territorio, le strutture tecniche dell'Assessorato promuovono la diffusione dei disciplinari di produzione che minimizzano l'impiego della chimica, in primo luogo dei fitofarmaci.

È in atto un monitoraggio permanente dei residui dei fitofarmaci nelle derrate agricole. Farci mangiare meglio, tutelando a un tempo la nostra salute e quella dell'ambiente, è uno dei grandi obiettivi dell'agricoltura sostenibile, dell'agricoltura del futuro.

I sistemi di produzione integrata sono per loro natura dinamici ed in continua evoluzione. Per favorire quindi la diffusione di questo tipo di agricoltura, è necessario organizzare una capillare rete territoriale di tecnici che assistano gli agricoltori nella gestione aziendale.

Inoltre occorre la fattiva partecipazione del mondo della ricerca, per sperimentare in laboratorio e verificare poi in campo nuove tecniche che riducano progressivamente l'impatto ambientale delle attività agricole.

La Regione Campania è impegnata da anni nella realizzazione del Progetto per la diffusione delle metodologie di lotta integrata alle avversità dei fruttiferi e della vite soprattutto. Se si considera l'influenza indiretta esercitata dai comunicati stampa e dai bollettini e l'azione svolta dai tecnici operanti presso le strutture ortofrutticole e di servizio, nonché dai tecnici coordinatori a livello provinciale, si può ragionevolmente stimare che in termini di ricaduta complessiva il servizio fitosanitario regionale abbia interessato un numero di operatori agricoli molto ampio e superiore a quello delle aziende beneficiarie.

E' emersa, infatti, una tendenza alla riduzione generalizzata degli interventi chimici anche nelle aziende non coinvolte direttamente dal Progetto dovuta, presumibilmente, al condizionamento che le indicazioni di lotta integrata hanno esercitato sugli indirizzi fitoiatrici suggeriti agli agricoltori dalle industrie, dai consorzi e dall'insieme delle strutture tecniche che operano nel settore della difesa fitosanitaria.

### **REGOLAMENTO CEE N.2078/92 SUI METODI DI PRODUZIONE AGRICOLA COMPATIBILI CON LE ESIGENZE DI PROTEZIONE DELL'AMBIENTE E CON LA CURA DELLO SPAZIO NATURALE**

**L**a diffusione dei metodi dell'agricoltura ecocompatibile è stata fortemente stimolata dall'entrata in vigore del Regolamento CEE 2078 del 1992. Attraverso un sistema di incentivi finanziari, il Consiglio Europeo si è impegnato a limitare le forme di inquinamento agricolo dell'ambiente, a ridurre le produzioni ancora eccedentarie e nello stesso tempo a valorizzare i contributi che l'attività agricola può dare alla salvaguardia delle risorse naturali nelle aree rurali, in particolare nelle zone a rischio ambientale.

Il regolamento ha istituito un regime di aiuti per gli agricoltori che s'impegnano a ridurre le produzioni con interventi che producono effetti positivi sotto il profilo ambientale.

I contributi sono finalizzati a compensare le perdite di reddito dovute alla riduzione delle rese e/o all'aumento dei costi di produzione; per riceverli i produttori devono impegnarsi per un periodo di almeno cinque anni al rispetto di determinati vincoli tecnici e produttivi e/o alla realizzazione o conservazione di particolari elementi paesaggistici all'interno della propria azienda.

Il "Piano Regionale di Lotta Fitopatologica Integrata" si propone di razionalizzare l'impiego dei fitofarmaci sia sotto il profilo del numero di trattamenti da effettuare, che sotto quello della scelta dei prodotti da utilizzare, pervenendo conseguentemente ad una "sensibile riduzione dell'uso dei fitofarmaci" e ad una diminuzione dell'impatto ambientale, determinato dal loro uso rispetto a quanto attuato sino ad oggi.

Le norme tecniche predette sono state formulate in accordo a quanto concordato tra il Ministero delle Politiche Agricole e Forestali e la Commissione della Comunità Europea per quanto attiene l'attuazione in Campania del Re. CEE 2078/92 e del Reg. CE 1257/99. Le colture per le quali sono state redatte le indicazioni tecniche sono le seguenti:

Colture arboree: actinidia, agrumi, albicocco, castagno, ciliegio, fico, fragola, kaki, melo, nespolo, nocciolo, noce, olivo, pero, pesco, susino, vite per uva da vino.

Colture ortive: aglio, asparago, basilico, bietola da foglie e da costa, broccoletto di rapa, carciofo, carota, cavolfiore, cavolo broccolo, cavolo cappuccio, cavolo verza, cetriolo, cipolla, cocomero, fagiolino, fagiolo, fava da granella, finocchio, indivia, lattuga, melanzana, melone, patata, peperone, pisello, pomodoro da mensa, prezzemolo, rucola, sedano, spinacio, zucca, zucchini.

Colture industriali: barbabetola da zucchero, pomodoro in pieno campo, tabacco.

Colture cerealicole: avena, frumento tenero e duro, mais, orzo, segale.

Colture oleaginose: girasole.

Colture floricole: crisantemo, garofano, gerbera, gladiolo, lillium, poinsettia, rosa.

## LA SITUAZIONE DELL'AGRICOLTURA BIOLOGICA IN ITALIA

Dall'approvazione della normativa comunitaria sull'agricoltura biologica (Reg. CEE 2092/91 e successive modificazioni), questo metodo di produzione vive una fase di rapida crescita nel nostro Paese.

Le superfici biologiche o in conversione\* sono passate da un totale di circa 70.000 ettari nel 1993, ai 550.000 del 1997, pari al 3% della superficie agricola utilizzata nazionale. Nello stesso periodo le aziende che seguono il metodo biologico sono cresciute dalle 4.000 iniziali alle circa 30.000 dello scorso anno, qualcosa di più dell'1% del totale nazionale. La crescita del settore non sembra destinata a rallentare, almeno nel breve periodo. Nel 1993 le superfici in conversione (24.700 ha) erano circa la metà di quelle già biologiche (45.900 ha); nel 1996 questo rapporto si è invertito (195.000 ha contro 110.000), indicando una crescente tendenza alla conversione dall'agricoltura convenzionale.

Questo successo è stato in larga parte determinato dalla possibilità di ottenere incentivi finanziari in base al Reg. CEE 2078/92: i contributi erogati riescono, infatti, generalmente, a compensare le diminuzioni di produzione e gli investimenti necessari nella fase iniziale di conversione.

Se si osserva la distribuzione geografica delle aziende, le superfici ad agricoltura biologica erano ripartite nel 1996 fra un 20% al nord, un 30% al centro e il 50% al sud; la maggior estensione delle produzioni meridionali sembra destinata ad accentuarsi in quanto nello stesso anno ben il 75% delle superfici in conversione erano al sud, contro appena il 10% del nord e il 15% del centro. Attualmente le aziende agricole che seguono il metodo biologico sono prevalentemente caratterizzate da produzioni estensive: il 37% delle superfici è ad indirizzo foraggiero, il 27% cerealicolo, l'11% ortofrutticolo e l'8% olivicolo. Le produzioni zootecniche restano ancora ai margini del settore, in attesa di una normativa comunitaria che definisca i metodi biologici di allevamento. Per quanto riguarda infine la commercializzazione delle produzioni biologiche italiane, lo sbocco prevalente è la trasformazione (44%), seguita dalla vendita presso negozi specializzati (21%) e dall'esportazione (18%).

La grande distribuzione assorbe attualmente solo il 6% delle produzioni, ma appare interessata a sviluppare gradualmente il settore.

I dati citati in questa nota sono stati tratti da "TuttoBio 98" delle Edizioni Distilleria, una dettagliata fotografia dell'agricoltura biologica italiana.

(\*) Le aziende agricole che decidono di adottare il metodo biologico di produzione devono osservare le norme CEE per un periodo, detto di conversione, di circa tre anni per le colture arboree e due anni per le erbacee prima di diventare biologiche a pieno titolo e poter qualificare i propri prodotti come "da agricoltura biologica".

## I PRINCIPI DELL'AGRICOLTURA BIOLOGICA E LA NORMATIVA COMUNITARIA

Con il termine di agricoltura biologica si indicano diversi metodi colturali di produzione che tendono ad escludere l'uso di prodotti chimici di sintesi (concimi, insetticidi, fungicidi, diserbanti, etc.) e che invece, per esaltare la produttività del terreno e la resistenza delle colture alle avversità, sfruttano le interazioni naturali fra gli organismi viventi sul e nel suolo, l'ambiente fisico e le tecniche agronomiche.

Il Regolamento CEE n. 2092/91 ha introdotto norme dettagliate per la produzione, trasformazione ed etichettatura dei prodotti vegetali biologici allo scopo di assicurare condi-

zioni di concorrenza leale fra i produttori europei e di consentire ai consumatori di distinguere queste produzioni sul mercato. Il regolamento ha inoltre stabilito, a garanzia dei consumatori, un regime di controllo a cui si devono obbligatoriamente assoggettare tutti gli operatori della filiera (produttori, trasformatori, rivenditori).

**LE NORME COMUNITARIE SULLA PRODUZIONE BIOLOGICA PREVEDONO CHE LA FERTILITÀ E L'ATTIVITÀ BIOLOGICA DEL SUOLO DEBBANO ESSERE CONSERVATE ED AUMENTATE CON:**

- la reintroduzione di un'adeguata rotazione pluriennale;
- la coltivazione di leguminose e di altre colture da sovescio;
- l'incorporazione nel terreno di materiale organico aziendale (residui colturali, letame, compost).

**LA LOTTA CONTRO I PARASSITI, LE MALATTIE E LE PIANTE INFESTANTI, DEVE ESSERE INVECE IMPERNIATA SU:**

- la scelta di specie e varietà adeguate;
- un programma di rotazione appropriato;
- il diserbo meccanico e il pirodiserbo (scottatura delle infestanti);
- la protezione dei nemici naturali dei parassiti grazie a provvedimenti ad essi favorevoli (es. cura o impianto di siepi).

**N**el caso che questi provvedimenti non siano sufficienti a garantire un'adeguata produzione delle colture è possibile utilizzare alcuni prodotti commerciali quali ammendanti (es. letame), concimi azotati (es. pollina e guano), fosfatici (es. fosforiti e scorie Thomas), potassici (es. sali grezzi di potassio), insetticidi (es. piretro, *Bacillus thuringiensis*) e fungicidi (es. rame e zolfo). L'elenco dei prodotti ammessi in agricoltura biologica è periodicamente aggiornato in sede comunitaria.

Pertanto, è buona regola, prima dell'acquisto di un concime, di un insetticida o di un fungicida, verificare presso gli organismi di controllo che tale prodotto sia ammesso in agricoltura biologica.

Biologico vuol dire qualità certificata.

Com'è noto la dicitura "agricoltura biologica" racchiude in sé il primo esperimento di qualità "certificata" delle produzioni agricole. Infatti, in ogni Stato Membro della Comunità europea, il Regolamento CEE 2092 /91 impone le stesse regole caratterizzate da un Sistema di controllo che certifica e da varie limitazioni nei processi produttivi e di trasformazione, che vanno dall'uso di materiale di riproduzione vegetativa rigorosamente non modificato geneticamente, al divieto di usare principi attivi di sintesi per la difesa, la concimazione e l'ammendamento e di additivi alimentari, aromi, ausiliari di fabbricazione, eccipienti per le preparazioni alimentari.

### **Le aziende di produzione in Campania**

In Campania l'attuazione del Programma regionale per l'agricoltura compatibile con l'ambiente, in applicazione del reg. Ce 2078/92, ha contribuito a determinare, negli ultimi anni, un forte incremento del numero di aziende che producono con metodo biologico.

Infatti, per quel che riguarda le aziende di produzione, si è passati da 376 aziende attive

al 31.12.1997 a 1554 aziende attive al 31.12.1999, con un incremento pari al + 413 %. All'incremento del numero di aziende si associa l'aumento della S.A.U., destinata alla coltivazione con metodo biologico che, da circa 3500 Ha nel 1997, è passata a 21.300 Ha circa, con un incremento di circa il + 532 %.

Il fenomeno del "biologico" in Campania potrà espandersi negli anni a venire ancora notevolmente se coloro che operano negli agrosistemi ancora in equilibrio delle aree interne prenderanno coscienza del fatto che possono produrre biologico, apportando alle proprie tecniche di coltivazione pochi aggiustamenti.

Molte aziende, infatti, in Campania, come quelle interessate da allevamenti bradi o semi-bradi o da coltivazioni di castagno, olivo, producono già biologico, nel senso che non impiegano principi attivi di sintesi, ma non risultano e, di conseguenza, non vendono il loro prodotto come biologico. Si tratta dunque di una risorsa ancora sottoutilizzata che può rendere più competitive produzioni tradizionali delle aree interne campane.

### **Le aziende di preparazione in Campania**

A livello nazionale, tutto il settore della trasformazione dei prodotti agroalimentari di origine biologica ha subito una netta diversificazione, soprattutto in funzione della disponibilità di materia prima certificata sul mercato Nazionale, che è andata aumentando anche in funzione dell'attivazione dei diversi Programmi agroambientali.

La possibilità di reperire materia prima di origine "biologica" con volumi costanti nel tempo, infatti, ha consentito l'ingresso dell'agroindustria ed ha anche reso possibile la presenza dei prodotti "biologici" nella grande distribuzione organizzata (GDO).

Anche in Campania il numero dei soggetti titolari di attività di preparazione con metodo biologico è cresciuto sensibilmente, passando da 42 a 95, con un incremento del + 220 %. In questo caso è opportuno distinguere gli operatori che preparano materia prima autoprodotta da quelli che la acquistano e che sono quindi preparatori "puri".

L'aspetto interessante per l'economia che ruota intorno alle produzioni biologiche è che 65 dei 95 preparatori sono soggetti dell'agroindustria che, evidentemente, hanno scoperto il ruolo strategico delle produzioni "biologiche" soprattutto per "entrare" sui mercati esteri.

In molti casi, quando non è disponibile sul mercato regionale e nazionale materia prima biologica si ricorre alle importazioni, e ciò in Campania accade soprattutto per la frutta secca, i cereali ed i legumi.

### **In Campania un'offerta diversificata**

La gamma dei prodotti realizzati in Campania, è fortemente aumentata negli ultimi due anni. I classici prodotti della trasformazione agroindustriale quali olio (di oliva e di semi), le paste alimentari, i vini (pregiati vini DOC del Sannio Beneventano e recentemente dei Campi Flegrei), i succhi di frutta, i derivati del pomodoro (polpa, pelati, passate), sono ormai commercializzati ampiamente in Italia e in Europa.

In Campania si cominciano a produrre anche surgelati biologici, succhi di frutta, ortaggi freschi prelaborati e addirittura pizze surgelate.

In sensibile espansione è la produzione di ortofrutta fresca, la cui offerta manifesta anche un notevole dinamismo nella ricerca di diversi modi di vendita e di affermazione commerciale come la fornitura a negozi specializzati e all'agroindustria, l'esportazione verso l'Europa settentrionale, la vendita domiciliare.

Le richieste maggiormente pressanti, da parte della grande distribuzione organizzata, sia

a livello nazionale che europeo ed internazionale, riguardano proprio gli ortofrutticoli freschi. Per l'ortofrutta fresca, però, a differenza dei prodotti usati per le trasformazioni agroindustriali, le produzioni devono essere caratterizzate da standard qualitativi elevati (uniformità di pezzatura, peso, calibro ecc.), da assortimenti diversificati e da elevati volumi di prodotto.

Data la domanda crescente di ortofrutta "biologica" e il notevole assorbimento da parte della G.D.O., sicuramente ancora per qualche anno, le produzioni biologiche regionali da consumo fresco potranno essere assorbite a volumi crescenti ed a prezzi sicuramente interessanti per i produttori.

### **Un maggiore entusiasmo non guasterebbe**

Se è vero che si è avuto un aumento degli operatori campani disposti ad intraprendere la strada del biologico, è anche vero che siamo ancora all'inizio, perché tale fenomeno possa incidere significativamente sull'economia di intere realtà agricole.

Per occupare spazi di mercato significativi è, d'altro canto, necessario offrire quantitativi consistenti, concentrare l'offerta, elevare gli standard qualitativi, alimentare una filiera in grado di valorizzare l'offerta campana.

In questo contesto l'Amministrazione regionale, per sostenere lo sviluppo del comparto, ha messo a punto un organico progetto di consulenza e di promozione delle tecniche di coltivazione biologica in differenti agroecosistemi ed è altresì impegnato nella vigilanza sul sistema di certificazione a garanzia dei consumatori finali.

## **I PASSI PER DIVENTARE AZIENDA AGRICOLA BIOLOGICA**

L'agricoltore intenzionato a seguire il metodo biologico di produzione indicato nel Regolamento CEE 2092/91 deve come primo passo convenzionarsi con un Organismo di Controllo riconosciuto che diventa responsabile della certificazione dei prodotti aziendali.

L'autocertificazione da parte dello stesso produttore è invece perseguibile penalmente come truffa. Attualmente in Italia, operano otto Organismi di Controllo riconosciuti dal Ministero e dalle Regioni: AIAB, Bioagricoop, CCPB, Codex, Ecocert, IMC, QC&I, Suolo e Salute.

Se l'agricoltore non vuole convertire alla produzione biologica tutti i terreni che conduce, deve definire la superficie aziendale da dedicare a tale metodo. Per evitare contaminazioni i terreni con colture biologiche devono essere ben separati da quelli ad agricoltura convenzionale per mezzo di siepi, strade, fossi, o fasce di rispetto; in questi terreni non si possono coltivare le stesse varietà di colture presenti anche nella parte non biologica dell'azienda; infine i magazzini per i mezzi tecnici e i raccolti biologici devono essere ben distinti da quelli per i prodotti convenzionali.

Il rispetto delle norme comunitarie comporta (purtroppo) numerosi adempimenti burocratici. L'avvio delle operazioni di produzione biologica deve essere notificato con un apposito modulo all'Organismo di Controllo e all'Autorità competente (la Regione). Occorre poi compilare e spedire annualmente un Piano Annuale di Produzione con le produzioni biologiche preventivate.

Le pratiche colturali eseguite, gli acquisti di materie prime e le vendite di prodotti devono essere annotate in appositi registri assieme ai relativi documenti commerciali (fatture, rice-

vute, etc.). L'Organismo di Controllo vigila sul rispetto del metodo produttivo e delle misure precauzionali e sulla corretta tenuta dei registri aziendali per mezzo di visite di ispezione all'azienda (anche non preavvisate) e con analisi sui prodotti e sul terreno.

La fase più delicata è quella del confezionamento e dell'etichettatura dei prodotti. L'agricoltore deve rispettare per tre anni le norme comunitarie di produzione (Periodo di Conversione) prima di poter mettere in vendita i primi prodotti marchiati "da agricoltura biologica". Per la vendita di prodotti sfusi l'agricoltore deve chiedere all'Organismo di controllo il Certificato di Produzione o altro documento analogo; per i prodotti confezionati deve chiedere il rilascio di apposite Etichette.

Per tutte le produzioni devono essere identificabili la partita, il produttore, nonché l'Organismo di Controllo. Quest'ultimo infatti garantisce che il prodotto corrisponde alle caratteristiche di biologicità e alle quantità previste dal Piano Annuale di Produzione.

## LE FUNZIONI DELLA SOSTANZA ORGANICA NEL TERRENO

La fertilità agronomica del terreno, cioè la sua capacità di sostenere produzioni vegetali di quantità e qualità soddisfacenti e soprattutto costanti nel tempo, dipende da una molteplicità di fattori fisici, chimici e microbiologici.

Un ruolo fondamentale nella regolazione e nell'armonizzazione di questi fattori è svolto dalla sostanza organica presente nel suolo e in particolare dalla sua forma più preziosa e stabile, l'humus.

La sostanza organica del terreno ha infatti una profonda influenza su tutti gli aspetti della vita degli organismi (piante, batteri, funghi, e molti altri) che vivono nel suolo. Ha un ruolo determinante nella formazione della struttura fisica del terreno in quanto l'humus contribuisce ad aggregare le particelle minerali, favorendo l'equilibrio fra le componenti del suolo: aria, acqua e parti solide.

Nella pratica agricola una presenza significativa di sostanza organica nel terreno, come si ha, ad esempio, dopo un prato poliennale, corrisponderà ad una migliore lavorabilità; consentirà tempi di intervento più ampi e migliori condizioni di abitabilità per le colture; permetterà un notevole immagazzinamento di acqua che sarà disponibile per le piante al momento opportuno; diminuirà l'erosione, il compattamento e la formazione di crosta e di crepe.

Molteplici e importantissime sono le azioni della sostanza organica sulla disponibilità degli elementi nutritivi per le piante. Le molecole organiche hanno una forte tendenza ad assorbire elementi nutritivi solubili (come il potassio e l'azoto) per renderli poi disponibili alle radici al momento opportuno. In questo modo si limitano le perdite di elementi dal terreno per lisciviazione durante i periodi piovosi.

Nello stesso tempo l'attività metabolica dei microrganismi che vivono sulla sostanza organica riesce a solubilizzare sostanze nutritive poco assimilabili come il fosforo e gli importantissimi microelementi, rendendoli così disponibili per le piante.

Questi microrganismi producono anche sostanze ormonosimili che hanno effetti biostimolanti per le attività vegetali di germinazione, radicazione e accrescimento. Infine i terreni ben dotati di sostanza organica hanno una microflora e una microfauna attive e ben equilibrate in grado di contrastare lo sviluppo di organismi patogeni radicali.

## AUMENTARE LA FERTILITÀ BIOLOGICA DEL TERRENO: LA CONCIMAZIONE ORGANICA

I terreni agricoli coltivati con tecniche intensive sono caratterizzati da un sempre più basso contenuto di sostanza organica (meno dell'1%) e da una conseguente limitazione dell'attività biologica del suolo che è il vero ed insostituibile patrimonio di fertilità. Ciò influenza, spesso negativamente, la disponibilità degli elementi nutritivi, riduce la capacità di ritenzione idrica, rende i terreni in pendenza molto suscettibili all'erosione.

La limitata attività biologica è anche causa della ridotta o mancata alterazione dei residui vegetali e della proliferazione di microrganismi dannosi per le colture. Ecco perché è importante adottare tutti gli accorgimenti per aumentare il contenuto di humus del suolo.

La prima e più semplice cosa da fare è valorizzare gli svariati tipi di residui organici presenti in azienda. Bisogna tenere presente però che non basta interrare sostanza organica per aumentare la fertilità del suolo, ma bisogna favorire l'umificazione dei materiali interrati. L'humus è un complesso di sostanze prodotto dalle trasformazioni operate dai microrganismi sui residui vegetali e animali indecomposti.

Le caratteristiche dell'humus dipendono fortemente da quelle dei materiali di partenza. La sostanza organica di origine animale (come liquami o pollina) non è infatti in grado di produrre humus stabile senza il contributo di materiali ligno-cellulosici (paglia, trucioli, residui di potatura e altri).

Una buona umificazione si ha quindi da materiale organico di provenienza diversa, in presenza di un'alta complessità della popolazione microbica e di condizioni ambientali idonee (arieggiamento, umidità e temperatura).

Un classico esempio di questo processo è la maturazione di un cumulo di letame ricco di paglia che porta dopo alcuni mesi alla formazione di un materiale omogeneo ricco appunto di sostanze umiche.

Per aumentare la fertilità del terreno, occorre comunque lavorare su tempi lunghi, anche incorporando sostanza organica in condizioni ottimali. Distribuendo 300 quintali di buon letame fresco per ettaro si possono ottenere 36 quintali di humus stabile, con un aumento del contenuto di sostanza organica pari allo 0,1%. Se si parte da un terreno con meno del 1,5% e si vuol raggiungere un tenore del 3%, in grado di sostenere produzioni di elevata quantità e qualità, occorre evidentemente un impegno di alcuni anni.

Questo periodo può essere però abbreviato accompagnando la concimazione organica con pratiche agronomiche di protezione della sostanza organica quali lavorazioni ridotte e superficiali, rotazioni ampie, colture intercalari.

## MIGLIORARE LA FERTILITÀ DEL TERRENO CON L'INTERRAMENTO DEI RESIDUI COLTURALI DEI CEREALI

È ancora molto diffusa la pratica di bruciare le paglie e le stoppie dopo la raccolta del frumento duro, del grano tenero e dell'orzo. Così facendo gli agricoltori eliminano in modo rapido ed economico i residui colturali e parte delle infestanti presenti, ma allo stesso tempo distruggono annualmente enormi quantitativi di biomassa che potrebbe essere più utilmente incorporata nel terreno; inoltre aumentano il rischio di incendi incontrollati con drammatiche conseguenze per ambiente, animali e persone.

La tecnica alternativa, consistente nell'interramento dei residui, è ancora poco diffusa per

i costi aggiuntivi, seppur contenuti, che comporta per la trinciatura delle paglie (da effettuarsi alla raccolta con un trinciapaglia installato sulla mietitrebbia o con un passaggio successivo di trinciastocchi sul campo) e per i timori di una minore produzione sul rein-grano successivo.

Una ricerca condotta dall'Istituto Agronomico Sperimentale di Bari ha recentemente messo in evidenza che l'incorporazione nel suolo a fine estate delle paglie e delle stoppie del frumento duro può nettamente migliorare la fertilità del terreno senza diminuire la quantità e la qualità della coltura successiva.

Nel corso di numerose prove pluriennali effettuate in terreni argillo-limosi l'interramento dei residui vegetali ha infatti determinato, rispetto alla bruciatura, un aumento del contenuto di azoto (in media +1.5% all'anno) e di sostanza organica (in media +1.8% all'anno) oltre ad una migliore struttura del suolo ed un aumento dell'attività microbica e, di conseguenza, della mineralizzazione dell'azoto.

Le produzioni del frumento duro sono state le stesse in termini di resa, peso di mille semi e contenuto percentuale in proteina, sia che le stoppie fossero bruciate o interrate.

Prove di fertilizzazione hanno inoltre evidenziato che non è strettamente necessario distribuire azoto quando si incorporano i residui, ma si può rimandare la somministrazione alla fase di copertura.

Si può quindi concludere che interrare paglie e stoppie invece di bruciarle non comporta nessun svantaggio tecnico per la coltura del grano duro e che i costi aggiuntivi di trinciatura sono ampiamente ripagati dall'aumento complessivo della fertilità del terreno.

#### **AUMENTARE LA FERTILITA' BIOLOGICA DEL TERRENO: IL COMPOSTAGGIO AZIENDALE**

**I**nterrare i residui colturali e altro materiale organico è una pratica assai importante per aumentare la fertilità complessiva del suolo. Tuttavia in terreni con un basso contenuto di sostanza organica, meno dell'1%, quali quelli sottoposti a lavorazioni energiche (ad esempio arature profonde e/o fresature frequenti), si possono verificare alcuni inconvenienti dovuti alla bassa attività della microflora presente.

I materiali interrati tendono infatti a disgregarsi lentamente intralciando le operazioni colturali; la degradazione di sostanza organica animale può portare inizialmente all'accumulo di sostanze tossiche per le colture; dopo l'interramento delle paglie, lo sviluppo dei microrganismi decompositori può sottrarre azoto necessario alla crescita delle colture.

Un processo di degradazione stentato non riesce poi ad inattivare i semi delle infestanti contenuti nel materiale interrato.

Se non si è sicuri che nel terreno possa avvenire una buona umificazione, è meglio ammassare il materiale organico in cumuli alti 1.5-2 m e farlo decomporre prima dell'interramento con un processo controllato di maturazione.

Si può così valorizzare qualsiasi tipo di sostanza organica aziendale distribuendo un prodotto (comunemente detto compost) stabile, umificato e ricco di microrganismi attivi che eviterà tutti gli inconvenienti sopra ricordati.

Il processo di compostaggio, che dura alcuni mesi, è svolto da una moltitudine di organismi appartenenti alla microflora ed alla microfauna del terreno. In una prima fase, la frenetica attività microbica determina un notevole sviluppo di calore.

Diversi gruppi specializzati entrano in gioco man mano che procede l'attacco alla substan-

za organica. Dapprima è demolita la cellulosa e poi sono attaccate le proteine con produzione di ammoniaca e di nitrati.

Le molecole così prodotte seguono destini diversi. In parte sono liberate come acqua, anidride carbonica e ammoniaca, altre sono mineralizzate, diventando subito disponibili per le colture (nitrati, fosfati, e altri sali), altre ancora vanno a produrre la sostanza organica stabile seguendo il processo dell'umificazione.

La gestione del compostaggio è semplice: per avere un buon andamento della maturazione è sufficiente garantire la circolazione di ossigeno e l'umidità della massa, necessari per l'attività dei microrganismi decompositori, e controllare la temperatura del cumulo. Se infatti non si raggiungono i 50-65°C all'interno del cumulo, il processo non è completo (e in più non si devitalizzano i semi di infestanti presenti nella massa), così come se si superano queste temperature si innescano fermentazioni negative per la qualità del compost. Nella prima fase del processo è importante effettuare rivoltamenti frequenti della massa per omogeneizzare la distribuzione dei microrganismi.

Potendo o volendo svolgere queste operazioni, occorre curare molto la preparazione del cumulo miscelando molto materiale ligno-cellulosico (come paglia, segatura, trucioli) per evitare compattamenti della massa che limitino la circolazione di ossigeno.

Qualsiasi tipo di sostanza organica può essere compostata: residui vegetali, che devono sempre essere presenti perché indispensabili per la produzione di humus (paglia, residui di potatura, segatura, cortecce), residui animali (letame, liquami, scarti di macellazione), scarti industriali (sanse, borlande), rifiuti domestici selezionati (scarti di cucina).

È importante sottolineare che il compost, così come ogni altro fertilizzante organico ben umificato, deve essere interrato superficialmente per espletare i suoi effetti positivi: sui cereali a paglia si può utilizzare un erpice strigliatore o a maglia; su ortive e sarchiate, un sarchiatore o un assolcatore; sui pascoli, un frangizolle.

La distribuzione in superficie espone la sostanza organica non ancora umificata a processi di volatilizzazione e rapida mineralizzazione: viene così a mancare l'effetto ammendante dovuto all'arricchimento del terreno in humus e si limita anche l'effetto fertilizzante perché buona parte dei nutrienti vanno persi.

### **AUMENTARE LA FERTILITÀ BIOLOGICA DEL TERRENO: IL SOVESCIO, UNA VECCHIA TECNICA CHE TORNA ATTUALE**

**L**a tecnica del sovescio consiste nella semina di una coltura erbacea di breve durata (erbaio) allo scopo non di raccoglierne il prodotto, ma di interrare la massa verde per fertilizzare la coltura successiva o il frutteto dove è stata seminata.

L'esempio più comune è l'interramento di erbai invernali di leguminose, come la favetta, con il quale si possono fornire al terreno interessanti apporti di azoto. Ma il sovescio, detto anche concime verde, può essere fatto anche seminando graminacee, crucifere ed altre specie erbacee. I più importanti benefici per la fertilità generale del suolo sono:

- il notevole sviluppo delle radici di un erbaio "lavora" lo strato di terreno esplorato (variabile a seconda della specie), aumentandone la porosità e migliorandone così la capacità di ritenzione idrica. Nello stesso tempo gli essudati radicali ed i microrganismi, che vi sono associati, esercitano un'azione positiva sulla struttura, rendendola stabilmente grumosa. Il miglioramento delle proprietà fisiche del terreno è tale che, di solito, la semina della coltura successiva non richiede lavorazioni profonde;

- il sovescio può essere seminato in periodi in cui il terreno verrebbe tenuto nudo (ad esempio fra la raccolta del grano e la semina del girasole): in questo modo effettua un'efficace protezione dall'erosione, da un'eccessiva mineralizzazione dell'humus e dallo sviluppo di erbe infestanti. Inoltre la pianta utilizza per il suo sviluppo i residui di fertilizzanti che non sono stati consumati dalla coltura precedente e che sono quindi ancora disponibili. Di qui l'importantissimo ruolo che i sovesci possono giocare nel ridurre la lisciviazione degli elementi solubili (azoto, potassio, calcio e magnesio) ad opera delle piogge autunnali. In questo modo si può rendere più efficiente l'uso dei fertilizzanti (con notevoli risparmi economici) e ridurre l'inquinamento agricolo delle acque;
- le radici assorbono i macro e microelementi presenti nel terreno anche a livelli profondi e li mettono a disposizione delle colture successive in forme facilmente assimilabili; inoltre, nel caso in cui si utilizzino le leguminose, che fissano l'azoto atmosferico nei tubercoli radicali, si ha anche una "concimazione" azotata disponibile per le colture che seguono;
- l'apporto di sostanza organica facilmente fermentescibile in seguito all'interramento di piante verdi stimola la crescita e l'attività dei microrganismi del suolo; si ha così una più veloce decomposizione dei residui di colture precedenti e una minore incidenza di malattie da patogeni del terreno come, ad esempio, il mal del piede dei cereali;
- il sovescio può essere di aiuto nella lotta ai parassiti delle rotazioni; un esempio è la coltivazione di erbai di crucifere resistenti ai nematodi radicali, come alcune varietà di rafano, prima della semina della barbabietola da zucchero.

#### AUMENTARE LA FERTILITÀ BIOLOGICA DEL TERRENO: LE CONDIZIONI PER UNA BUONA RIUSCITA DEL SOVESCIO

Il sovescio, affinché possa svolgere le sue funzioni benefiche sulla fertilità del terreno, deve essere parte integrante della rotazione colturale. È la posizione nell'avvicendamento che determina sia il momento della semina, che quello dell'interramento.

Il principio guida per la scelta delle essenze da sovesciare è quello di ottenere una rapida copertura del terreno e di produrre il massimo della biomassa nel periodo di tempo a disposizione. Bisogna quindi valutare con attenzione la velocità di sviluppo e la lunghezza del periodo vegetativo delle diverse essenze da erbaio perché la coltura possa disporre per la sua crescita di un periodo di tempo sufficiente a permettere un adeguato sviluppo delle parti aeree e radicali.

La scelta delle specie da coltivare dipende ovviamente dagli scopi per cui si esegue questa pratica.

Le leguminose possono sostituire anche totalmente la concimazione azotata; un sovescio di veccia ad esempio può apportare fino a 150 unità di azoto per ettaro.

Le crucifere hanno una forte capacità di assimilare i fosfati minerali più insolubili; sovesciando colza o senape si possono rendere disponibili per le colture successive rilevanti quantità di fosforo.

Le graminacee hanno una forte azione strutturante, rinettante e di assorbimento dell'azoto solubile. Nella scelta occorre anche tenere presente le caratteristiche del terreno ed il clima dell'azienda. La scelta della famiglia botanica deve essere tale da consentire anche una diversificazione degli erbai nel corso della rotazione. Bisognerà infatti evitare di coltivare soltanto leguminose, come anche di ripetere la semina di crucifere sullo stesso

appezzamento se si vuole limitare l'attacco di parassiti ospiti di questa famiglia. Per ovviare a questi problemi si può coltivare un erbaio misto che a volte può anche dare benefici agronomici superiori alla coltura pura.

Un tipico esempio si ha nel caso della semina di un miscuglio di avena e di veccia: la graminacea si sviluppa rapidamente, esplora il terreno in profondità, offre alla veccia protezione dal freddo invernale e un tutore per la successiva crescita; la veccia a sua volta fissa l'azoto atmosferico e sviluppandosi sull'avena, assicura la copertura del suolo durante i mesi primaverili.

I sovesci possono essere autunno-invernali o estivi; possono essere traseminati nella coltura principale, o seminati sulle sue stoppie.

Per una buona riuscita del sovescio non è necessario un apporto specifico di fertilizzante, specie se la coltura precedente è stata ben concimata.

La preparazione del letto di semina deve essere più o meno accurata a seconda della specie; tuttavia è sempre necessario che vi sia nel terreno un tasso di umidità sufficiente ad assicurare la germinazione.

L'epoca di interrimento migliore coincide generalmente con la fioritura; ritardare il sovescio infatti favorirebbe la risemina spontanea della coltura.

La tecnica di interrimento è di primaria importanza per ottenere dei buoni effetti agronomici. La massa vegetale non deve marcire, ma decomporsi a contatto con l'aria.

Un sovescio fresco interrato troppo profondamente in un terreno mal drenato o compatto può provocare fermentazioni anaerobiche estremamente dannose per la coltura successiva. È quindi consigliabile procedere prima alla trinciatura, per favorire una rapida essiccazione all'aria, e poi dopo un paio di giorni interrare la massa in modo superficiale. Prima di preparare il letto di semina o trapianto della coltura successiva devono passare almeno 10-20 giorni in modo da permettere alla massa di decomporsi.

Diversi studi concordano nel dire che almeno il 50% degli elementi nutritivi forniti da un sovescio, vengono rilasciati con prontezza, mentre l'altra parte resta a disposizione per l'anno successivo.

#### AZOTO "FAI DA TE" PER IL POMODORO: UNA PROPOSTA DAL MARYLAND (USA)

**D**ue ricercatori del centro di Beltsville (Maryland) del Dipartimento statunitense dell'agricoltura hanno messo a punto un sistema di coltivazione del pomodoro che utilizza un erbaio invernale di veccia vellutata (*Vicia villosa*) per fertilizzare e pacciamare la coltura principale. La leguminosa fissa azoto, mobilita gli altri elementi nutritivi, riduce l'erosione ed arricchisce il terreno di sostanza organica; trasformata in pacciamatura al momento di trapiantare il pomodoro, riduce l'emergenza delle malerbe e le perdite d'acqua, mantiene più fresco il terreno ed agisce come fertilizzante a lento rilascio.

Nella regione medio-atlantica degli Stati Uniti la veccia vellutata si è dimostrata la specie migliore per produzione di biomassa, resistenza al freddo e fissazione di azoto; esistono comunque altre leguminose da erbaio che possono risultare più adatte per zone diverse.

La veccia viene seminata alla dose di 23-37 kg di seme/ha su terreno ben lavorato nel mese di settembre; la coltura emerge in una settimana e in due mesi forma un cotico fitto prima di arrestarsi per le temperature invernali.

L'erbaio riprende a svilupparsi all'inizio della primavera e deve essere lasciato crescere

fino al momento del trapianto del pomodoro. A quel punto, la vecchia ha raggiunto i 60 cm, ha prodotto 2.8-4.6 t/ha di sostanza secca ed ha fissato circa 92-184 kg/ha di azoto: una quantità in grado di fertilizzare la successiva coltura di pomodoro senza alcuna aggiunta di concimi azotati. L'erbaio ha inoltre accumulato nei suoi tessuti una considerevole quantità di fosforo, potassio e microelementi.

Per ottenere una buona pacciamatura si trinciano le piante a 5 cm di altezza: si forma così una copertura uniforme in grado di controllare l'erosione del terreno e impedire l'emergenza delle erbacce.

Le barre falcianti non sono adatte perché si ingolfano nel groviglio vegetale della vecchia. In aree dove la piovosità estiva è troppo bassa per permettere una decomposizione adeguata della pacciamatura, l'erbaio di vecchia può essere interrato per favorire un rapido rilascio dell'azoto; in questo modo però si perdono gli effetti positivi di controllo dell'erosione, miglioramento dell'infiltrazione di acqua, aumento della capacità di ritenzione idrica del terreno, miglioramento della struttura fisica e controllo delle malerbe.

Il trapianto del pomodoro deve essere effettuato con macchine in grado di lavorare su una densa pacciamatura organica.

Anche il sistema irriguo deve adattarsi al particolare tipo di coltura. Molto efficiente risulta l'irrigazione a goccia: fa risparmiare acqua; rende possibile la fertirrigazione; contribuisce al controllo delle malerbe che stentano a emergere nell'area non irrigata.

Per quanto riguarda la concimazione, le prove svolte hanno dimostrato che la pacciamatura di vecchia su pomodoro soddisfa completamente il fabbisogno di azoto e in parte anche quelli degli altri elementi nutritivi. Quindi devono essere distribuiti con la fertirrigazione solo quantitativi ridotti di fosforo, potassio e microelementi.

È possibile che tre o quattro settimane dopo il trapianto del pomodoro si renda necessario un intervento di diserbo per controllare lo sviluppo delle malerbe emerse man mano che la pacciamatura vegetale si decompone, oppure il ricaccio della vecchia dovuto ad una trinciatura troppo precoce.

Al termine della raccolta i residui delle piante di pomodoro vengono trinciati e lasciati in campo. Durante tutte le operazioni colturali, viene fatto il possibile per limitare il calpestamento del terreno in modo da riseminare la vecchia subito dopo la raccolta del pomodoro senza alcuna lavorazione. Questo sistema di produzione basato sulla non lavorazione del suolo e sulla coltivazione di un erbaio invernale da sovescio ha permesso di raggiungere in tre anni di prova produzioni medie di circa 100 t/ha, praticamente doppie di quelle su terreno nudo. Inoltre ha consentito di fare a meno delle lavorazioni, del diserbo di pre-emergenza e della fertilizzazione azotata, migliorando al tempo stesso la fertilità generale del terreno.

## **AUMENTARE LA FERTILITÀ BIOLOGICA DEL TERRENO: IL BILANCIO UMICO**

“Il mantenimento della fertilità dei terreni su un livello non inferiore a quello che la nostra generazione ha trovato è un imperativo categorico imposto dai nostri doveri verso le generazioni di domani, che deve essere anteposto ad ogni considerazione di ordine contingente”. Questo principio agronomico del professor Bonciarelli (Università di Perugia) è poco compatibile con l'abitudine diffusa in molte situazioni aziendali di affidare la resa colturale al ricorso intensivo a lavorazioni del terreno, concimazioni minerali e distribuzione

di diserbanti, tutte pratiche che determinano un notevole impoverimento del contenuto di humus del terreno. In precedenza abbiamo visto come la fertilità del suolo dipende dalla quantità di sostanza organica presente e quali sono le tecniche agronomiche per arricchire il terreno di humus. Quest'ultimo, però, dopo essersi formato nel suolo, non dura in eterno; per la sua natura di sostanza organica va incontro a un processo lento e costante di mineralizzazione ad opera dei microrganismi.

Si chiude così il ciclo naturale della fertilità: i residui animali e vegetali si decompongono nel terreno e vengono trasformati in humus e questo a sua volta viene lentamente disgregato restituendo gli elementi nutritivi (azoto, fosforo, zolfo, microelementi) necessari alla crescita di nuove piante.

L'intensità della degradazione dell'humus varia in funzione del tipo di terreno, del clima, dell'arieggiamento del terreno dovuto alle lavorazioni e dei periodi di terreno scoperto: è maggiore nei terreni leggeri, nei periodi caldo umidi, con arature profonde e operazioni energiche come le fresature e quando il terreno viene lasciato a lungo senza la protezione di una copertura vegetale. Il rilascio di nutrienti dovuto alla mineralizzazione dell'humus è notevole: un terreno argilloso con l'1,5% di sostanza organica mette ogni anno a disposizione delle colture circa 80 unità di azoto e 20 di fosforo per ettaro.

Allo stesso tempo, però, con la mineralizzazione viene meno l'influenza dell'humus sulla fertilità fisica del terreno e si esaurisce la sua funzione di "magazzino" di sostanze nutritive per le piante coltivate e per i microrganismi del terreno.

Di qui l'importanza di compensare la naturale perdita annuale di humus con l'interramento di sostanze organiche, in modo da mantenere il livello iniziale di fertilità.

Se si riuscisse poi a incrementare il contenuto di humus del terreno, si otterrebbe un aumento degli effetti sulla struttura e degli apporti nutritivi con immediati riflessi sulle rese colturali. Volendo raggiungere questo obiettivo, diventa necessario impostare il piano di fertilizzazione dell'azienda sul bilancio umico del terreno, ossia sul calcolo abbastanza preciso della quantità di humus che si forma dalle sostanze organiche interrate e di quella che si perdono per mineralizzazione nello stesso tempo.

Il principio guida dovrebbe essere quello di fornire al terreno, almeno inizialmente, più humus di quanto se ne degrada: avere cioè un bilancio in attivo.

Le esperienze di alcuni agricoltori dicono che quando si raggiunge un buon contenuto di sostanza organica nel suolo (indicativamente il 3%), la fertilizzazione si può limitare a distribuire al terreno una quantità di humus pari a quella consumata nell'arco della rotazione: la mineralizzazione fornisce alle colture tutti gli elementi nutritivi, rendendo inutile l'uso di concimi di sintesi.

## FACCIAMO DUE CONTI CON L'HUMUS DEL TERRENO

**P**er calcolare il bilancio umico di un terreno il primo passo è quello di valutare la quantità di humus che il terreno perde naturalmente per mineralizzazione.

L'intensità di questa degradazione dipende da molti fattori fra cui prevalgono il tipo di terreno e il suo contenuto di sostanza organica.

Ad esempio, in un terreno sabbioso con l'1,5% di sostanza organica si mineralizzano ogni anno circa 14 q di humus; in un terreno argilloso nelle stesse condizioni le perdite sono di 10 q. Calcolata la diminuzione annuale dell'humus, si valutano gli apporti che l'agricoltore può dare al terreno con la sostanza organica a disposizione. Il primo passo per arricchire

chire il suolo di humus è quello di incorporare nel terreno i residui colturali, invece di lasciarli in superficie, asportarli, o, peggio ancora, bruciarli.

Con l'interramento di paglie e stoppie del frumento si possono ad esempio ottenere circa 10 q/ha di sostanza organica stabile; raccogliendo la paglia e interrando solo le stoppie, l'apporto scende a meno della metà. Un prato di medica o di altre foraggere apporta al terreno con le radici e gli altri residui colturali circa 10 q/ha di humus.

Altre colture che lasciano buone quantità di sostanza organica dopo la raccolta sono il mais (stocchi), la bietola (foglie e colletti), la colza (steli).

La patata, invece, come la cipolla e molti altri ortaggi, lascia pochi residui colturali: anche interrandoli il loro contributo non arriva ad un quintale di humus per ettaro.

Dopo aver valutato le quantità di humus mineralizzato e di humus ottenuto dai residui colturali, si calcola il saldo fra perdite e apporti.

Per un calcolo corretto il ragionamento non va fatto coltura per coltura e anno per anno, ma su un'intera rotazione.

Capita spesso che il bilancio sia fortemente negativo; per pareggiare il conto diventa così necessario somministrare al terreno anche notevoli quantità di ammendanti, se non si vuole impoverirne la fertilità. Per fare un esempio prendiamo in considerazione un terreno sabbioso con il 2% di sostanza organica, soggetto ad una rotazione triennale in cui entrano mais, frumento e bietola. Nei tre anni le perdite di humus ammonteranno a circa 64 q. Interrando tutti i possibili residui colturali, si possono apportare 42 q di humus (17 da stocchi, foglie, cartocci e tutoli del mais; 10 da stoppie e paglie del frumento; 15 da foglie e colletti di bietola). Il bilancio è negativo; per mantenere la fertilità è necessario un ulteriore apporto di 22 q di humus che potrebbe essere ad esempio coperto distribuendo nei tre anni circa 300 q di letame; una quantità tutto sommato non grandissima e in alcune aree ancora accessibile a prezzi compatibili con i redditi forniti dalle colture erbacee.

Consideriamo adesso un terreno sabbioso-limoso con il 2% di sostanza organica e una rotazione quadriennale patata, frumento, bietola, frumento.

In questa situazione le perdite di humus nei quattro anni saranno di circa 60 q; meno che nell'esempio precedente perché la presenza di limo nel terreno protegge l'humus da una veloce degradazione. Interrando foglie e colletti di bietola e le stoppie del frumento e raccogliendo invece le paglie, si possono apportare circa 25 q di humus.

Il bilancio ha un forte saldo negativo di 35 q di humus dovuto alla raccolta della paglia e alla coltura della patata che lascia ben pochi residui al terreno.

In casi come questo, è opportuno considerare la possibilità di inserire nella rotazione colture intercalari da sovescio che, oltre ad apportare sostanza organica al terreno con l'interramento, tengono anche coperto il suolo nei periodi fra le colture principali limitando così la mineralizzazione dell'humus.

Per fare un esempio, se si inserissero dopo i due frumenti dell'esempio precedente un erbaio invernale misto di leguminose e graminacee al secondo anno e un erbaio estivo (luglio-ottobre) di sorgo sudanese (resistente alla siccità) al quarto, si otterrebbe un apporto aggiuntivo di 21 q di humus. A quel punto sarebbero sufficienti 200 q di letame nei quattro anni per pareggiare il conto della fertilità organica.

### **Il Contenuto di Nitrati negli Ortaggi**

A conclusione del suo ultimo rapporto sulla valutazione tossicologica dei nitrati e dei nitrati, l'Organizzazione Mondiale della Sanità (World Health Organization – WHO, 1995) ha

più che dimezzato la dose giornaliera accettabile (D.G.A.) per i nitriti (NO<sub>2</sub>) fissata nel precedente rapporto, portandola a 0,06 p.p.m. (mg/kg di peso corporeo), mentre ha confermato la D.G.A. per i nitrati pari a 0,37 p.p.m. (mg/kg di peso corporeo, espressi come NO<sub>3</sub>). Da allora, in poco più di tre anni, sono cambiate molte cose: alcuni ricercatori, con ricerche più approfondite, hanno dimostrato il pericolo dei nitrati e nitriti per la salute umana; altri hanno messo in luce che gli stessi composti hanno un ruolo fondamentale nell'ostacolare la diffusione di batteri patogeni nello stomaco, tanto da indicarli per la prevenzione del cancro; la ricerca agronomica, dal canto suo, ha definito meglio i fattori che influenzano il contenuto di nitrati negli ortaggi e ha messo a punto strategie colturali capaci di ridurre drasticamente il contenuto di nitrati, senza pregiudicare la produzione degli ortaggi.

### **Nitrati e salute umana**

Dal punto di vista tossicologico, il nitrato ha una tossicità acuta estremamente bassa (WHO, 1995), ma il prodotto della sua riduzione, il nitrito, ed i composti N-nitroso che si originano dal nitrito in unione con altre sostanze, prima dell'ingestione oppure in vivo, possono dare luogo a gravi patologie per l'uomo.

Per questo, la valutazione tossicologica del nitrato non può prescindere da quella dei nitriti e dei composti N - nitroso; inoltre, la presenza di nitrati negli ortaggi, nelle acque potabili e negli alimenti in generale è considerata un problema di salute pubblica.

L'origine di nitrati, nitriti e composti N - nitroso è essenzialmente esogena; inoltre, per tutti questi composti è stata accertata la sintesi di origine endogena. L'effetto principale prodotto dai nitriti è l'ossidazione dell'emoglobina nel sangue, che si trasforma in meta-emoglobina; pertanto non è più in grado di trasportare ossigeno ai tessuti.

Un minor trasporto di ossigeno comporta conseguenze soprattutto nei neonati fino a sei mesi di età, perché provoca la meta-emoglobinemia (Santamaria, 1997).

I nitriti possono reagire con ammine e amidi per formare composti N-nitroso. Circa 300 composti N-nitroso sono stati studiati per la cancerogenicità in animali da laboratorio: l'85% delle 209 nitrosamine e il 92% delle 86 nitrosamidi sono stati dimostrati cancerogeni in più di 40 specie animali, incluso l'uomo.

Diversi autori hanno suggerito che il rischio di sviluppare il cancro allo stomaco è correlato positivamente con tre fattori: il livello di nitrati nell'acqua potabile, l'escrezione urinaria di nitrati e la presenza di gastrite atrofica (WHO, 1995).

Le indagini epidemiologiche, però, hanno portato a risultati contraddittori. Durante gli ultimi 30 anni l'incidenza del cancro allo stomaco è diminuita, probabilmente per la riduzione significativa delle concentrazioni di nitrati e nitriti nelle carni curate e per l'uso crescente di frigoriferi e surgelatori (WHO, 1995). L'incidenza del cancro allo stomaco è ancora alta in paesi con consumo frequente di pesce salato (Giappone, Islanda e Cile) e in paesi con inverni lunghi e, di conseguenza, conservazione del cibo prolungata (Europa dell'est, Russia e Cina). Anche in Italia l'incidenza del cancro allo stomaco è in sensibile diminuzione; uno studio sulla correlazione tra fattori della dieta e cancro gastrico condotto in diverse aree geografiche italiane caratterizzate da rischio basso o alto di contrarre la patologia, ha messo in luce l'associazione inversa tra l'incidenza del cancro e il consumo di ortaggi crudi, frutta e vitamina C nonché l'assenza di relazione con l'assunzione di nitrati. Gli ortaggi, oltre ad essere la principale fonte di nitrato, contengono anche una serie di micronutrienti essenziali ed antiossidanti, come acido ascorbico, tocoferoli, carotenoidi,

acido folico, indoli e flavonoidi, che inibiscono la formazione dei composti N-nitroso. Come indicatore della nitrosazione endogena è utilizzata molto spesso l'escrezione nelle urine di N-nitrosoprolina, che non è cancerogena. Nel 1995, ciò ha portato la Commissione internazionale di esperti di additivi alimentari (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives - JECFA) a non considerare appropriata la valutazione del rischio quantitativo dei nitriti sulla base dei composti N-nitroso di formazione endogena (WHO, 1995). Infatti, la valutazione di sicurezza di JECFA è basata sugli studi di tossicità sui nitriti. Successivamente, però, altri ricercatori, utilizzando la tecnica dell'escrezione urinaria, hanno dimostrato la formazione di N-nitrosopiperidina e N-nitrosodimetilamina dopo l'ingestione di quantità di nitrati pari alla DGA attraverso un cibo a base di pesce ricco di ammine (precursori nitrosabili). Gli ortaggi utilizzati nello studio (cavolfiore, piselli, carote e fagiolini) contenevano pochi nitrati, e il loro contenuto di vitamina C (circa 17 mg/100 g di ortaggi) e degli altri antiossidanti è sembrato insufficiente per prevenire la formazione delle nitrosamine. Lo stesso gruppo di ricercatori, alcuni anni prima, aveva dimostrato in modo inequivocabile la relazione positiva tra l'aumento medio del volume della tiroide dell'uomo e i livelli di nitrati dell'acqua potabile superiori allo standard di 50 mg/litro. Più recentemente, un'altra ricerca ha dimostrato l'associazione tra i livelli più alti di nitrati nelle acque potabili (maggiori di 14,85 mg/L) e l'incidenza del diabete mellito in 1.797 ragazzi di età inferiore a 16 anni del Yorkshire, nel nord dell'Inghilterra. Parallelamente, in Gran Bretagna alcuni studiosi, sulla base di studi epidemiologici, hanno rivisto criticamente i rischi potenziali per la salute provocati dall'assorbimento di nitrati con la dieta. Infatti, le condizioni acide nello stomaco causano la formazione di ossido nitrico, che è stato recentemente studiato per il suo ruolo nella difesa del corpo umano contro batteri patogeni (Campylobacter, Salmonella, Shigella e Escherichia coli).

Nitrati e alimentazione – Il nitrato è largamente diffuso in natura, nel suolo, nei vegetali e nelle acque. Rappresenta un costituente abituale e naturale delle piante, che lo assorbono dal terreno e lo utilizzano per la sintesi delle proteine. Le tre fonti principali dell'assunzione di nitrati nella dieta sono gli ortaggi, l'acqua e le carni curate.

**Tabella 1** - Classificazione degli ortaggi in base alla capacità di accumulare NO<sub>3</sub> (mg/kg di prodotto fresco).

<b>Molto bassa</b> (< 200)	<b>Bassa</b> (200-500)	<b>Media</b> (500-1.000)	<b>Alta</b> (1.000-2.500)	<b>Elevata</b> (>2.500)
Aglio e cipolla	Carota	Cavolocappuccio	Cavolo rapa	Bietola da costa
Asparago	Cavolfiore	Cavolo verza	Cicoria da foglia	Bietola da orto
Carciofo	Cavolo broccolo	Cima di rapa	Finocchio	Lattuga
Cocomero e melone	Cetriolo	Radicchio	Indivia e scarola	Ravanello
Fagiolino e pisello	Cicoria catalogna		Prezzemolo	Rucola
Melanzana	Zucca e zucchini		Porro	Sedano
Patata			Sedano rapa	Spinacio
Peperone				Valerianella
Pomodoro				

In base alla capacità di accumulare nitrati nella parte edule, gli ortaggi possono essere classificati così come indicato in tabella 1.

Per le specie da foglia, in generale è possibile abbattere il contenuto di nitrato eliminando le foglie più vecchie o parte del picciolo.

Ad esempio, eliminando la metà dei piccioli di bietola da costa e spinacio il contenuto di nitrato della parte edule è ridotto di un terzo.

Occorre considerare che buona parte del nitrato contenuto negli ortaggi viene perso con la cottura. Il prodotto surgelato contiene meno nitrato del prodotto fresco a causa della sua perdita durante le operazioni preliminari di lavaggio e blanching che precedono la surgelazione. Col blanching il contenuto di nitrato (e nitrito) si riduce del 20-60%. Il nitrito si ritrova negli ortaggi a concentrazioni basse (1-2 mg/kg), raramente eccede 10 mg/kg. Può formarsi negli ortaggi anche dopo la raccolta.

Condizione perché si realizzi la riduzione del nitrato a nitrito è la compromissione dell'integrità originaria del tessuto vegetale, con rottura delle pareti cellulari e fuoriuscita del liquido intracellulare contenenti il nitrato.

In confronto alla attuale DGA di nitrati l'ingestione di soli 100 g di ortaggi crudi con concentrazione di 2.500 mg di NO<sub>3</sub> per kg di prodotto fresco porta una persona di 60 kg ad assumere 250 mg di NO<sub>3</sub>.

Questo significa eccedere la DGA di NO<sub>3</sub> del 12 % consumando solo questa voce. Considerando che il 5% di NO<sub>3</sub> è trasformato in nitrito nell'uomo (WHO, 1995), la stessa quantità di ortaggi crudi fornirebbe 12,5 mg di NO<sub>2</sub>, superando così la DGA di NO<sub>2</sub> del 250%. Occorre considerare però che nel derivare la DGA per i nitrati JECFA ha espresso una posizione cautelativa: poiché gli ortaggi hanno numerosi benefici per la salute umana, non è appropriato comparare l'esposizione ai nitrati derivanti dagli ortaggi direttamente con la DGA, e dunque derivare da questa limiti per i nitrati negli ortaggi (WHO, 1995).

**Tabella 2** - Stima dell'assunzione pro-capite giornaliera di nitrati (l'acqua non è inclusa) e contributo degli ortaggi.

Nazione	NO <sub>3</sub> (mg)	Ortaggi (%)
Italia	149	90
Finlandia	77	92
Francia	121	85
Germania	68	72
Gran Bretagna	54	76
Stati Uniti	73	90
Svizzera	72	88

Assunzione giornaliera di nitrato - Tra i vari alimenti, gli ortaggi sono quelli che contribuiscono maggiormente all'assunzione giornaliera di nitrato, poiché ne apportano dal 72 al 94 % (tab. 2), mentre il loro contributo all'assunzione di nitriti risulta più basso, e comunque inferiore a quello fornito dai prodotti carnei.

In alcune aree con acqua potabile ad alto contenuto di nitrati il contributo fornito dall'acqua all'assunzione giornaliera di nitrati può superare il 50 %.

Nell'ultimo rapporto sulla valutazione dell'assunzione dietetica di nitrati come conseguen-

za del consumo di ortaggi da parte della popolazione dell'Unione europea, il Comitato scientifico dell'alimentazione umana della Commissione europea (European Commission's Scientific Committee for Food – SCF, 1997) ha verificato che l'assunzione media di nitrati negli Stati membri è minore della DGA stabilita dagli organismi mondiali di tutela della salute pubblica, anche se i dati messi a disposizione della Commissione risultano in diversi casi inadeguati e incomparabili (i dati dell'Italia relativi al consumo di ortaggi e altri alimenti sono del 1980-84).

Lo stesso rapporto ha verificato che le fonti principali dell'assunzione di nitrati sono patate e lattughe.

Le prime perché rappresentano l'ortaggio più consumato (55-283 g/giorno), le seconde per il contenuto elevato di nitrati (971-2.971 mg/kg di prodotto fresco).

Per l'Italia è stata stimata l'assunzione di 46 mg/giorno di nitrati attraverso il consumo di ortaggi. I vegetariani hanno assorbimento di nitrato piuttosto alto; in Gran Bretagna le assunzioni medie di questo gruppo sono risultate in media di 70,5 mg/giorno, decisamente maggiori della media nazionale, ma ancora all'interno della DGA per il nitrato.

**Tabella 3** - Livelli massimi di nitrati ammessi dal regolamento N. 194/97 della CE.

- Il regolamento non si applica agli alimenti destinati ai lattanti e ai bambini.

Specie	NO <sub>3</sub> (*) ( mg/kg di prodotto fresco	
<b>Spinacio</b> ( <i>Spinacia oleracea</i> L.)	raccolta dal 15 febbraio 97 al 31 dicembre 98:	3.000
	raccolta dall' 1 novembre al 31 marzo:	2.500
	raccolta dall' 1 aprile al 31 ottobre:	2.500
	dall' 1 gennaio 1999:	
<b>Spinaci conservati o congelati</b>		2.000
<b>Lattuga</b> ( <i>Lactuca sativa</i> L.) escluse le lattughe coltivate in pien'aria	raccolta dall' 1 ottobre al 31 marzo:	4.500
	raccolta dall' 1 aprile al 30 settembre:	3.500
	raccolta dall' 1 maggio al 31 agosto:	2.500

\*\* Valore espresso sul prodotto trasformato.

I limiti imposti dall'UE - Dal 15 febbraio 1997 è in vigore il Regolamento della Commissione europea n. 194/97 che fissa i tenori massimi dei nitrati ammissibili in lattughe e spinaci (tab. 3).

Lo scopo principale di questo regolamento è di uniformare i limiti in vigore in alcuni Stati membri (tab. 4), che sono causa di difficoltà commerciali nell'Unione europea.

Il regolamento intende anche proteggere la salute pubblica viste le considerazioni del SCF sugli effetti dei nitrati presenti negli alimenti.

I limiti stabiliti dal regolamento variano in rapporto alla stagione (i livelli più alti dei nitrati sono consentiti nelle colture allevate in inverno rispetto a quelle estive); per la lattuga i limiti per le colture allevate in serra sono più alti di quelli in pien'aria (tab. 3).

I nitrati negli ortaggi – I fattori che influenzano l'assorbimento e l'accumulo dei nitrati nei tessuti vegetali sono di natura genetica (differenze tra le famiglie, le specie ed entro la specie), ambientale (umidità atmosferica, stato idrico del terreno, temperatura, irradianza,

fotoperiodo) ed agronomici (soprattutto dosi e forme chimiche dell'N, disponibilità di altri elementi nutritivi, uso di diserbanti).

**Tabella 4** - Contenuto massimo di NO<sub>3</sub> (mg/kg di prodotto fresco) ammesso per alcuni ortaggi in alcuni Paesi europei.

Ortaggio	Belgio	Germania	Olanda	Svizzera
Bietola da orto	3.500	3.000	4.000	3.000
Lattuga	3.000	3.000	2.500	4.000
Lattuga invernale	4.500	3.000	4.500	4.000
Spinacio	3.500	2.000	3.500	3.500
Spinacio invernale	4.500	2.000	4.500	3.500

Il contenuto di nitrati degli ortaggi allevati in ambiente protetto è solitamente più alto di quello degli stessi ortaggi prodotti in pien'aria.

Questo è dovuto alla più bassa intensità luminosa e alla più alta disponibilità di azoto nitrico (la mineralizzazione della sostanza organica nel terreno è favorita dalle temperature elevate) che si registrano in ambiente protetto rispetto alla coltivazione in pien'aria. Va sottolineato, però, che le coltivazioni fuori suolo offrono la possibilità di fornire i nutrienti in quantità, forme chimiche e tempi a discrezione dell'operatore, tanto da poter ottenere prodotti privi di nitrati.

La luce favorisce l'attività della nitrato-riduttasi (NR), l'enzima responsabile della riduzione del nitrato a nitrito (questo, a sua volta, viene immediatamente ridotto ad ammonio, che, attraverso varie vie metaboliche, viene assimilato nei composti organici).

Così i livelli di nitrati delle lattughe prodotte in Danimarca, Belgio, Germania, Gran Bretagna e Olanda sono simili, ma, per le peggiori condizioni luminose, sono significativamente più alti di quelli delle lattughe coltivate in Italia e Spagna (MAFF, 1992, 1998).

Il contenuto di nitrati degli ortaggi prodotti al Sud è più basso di quello degli stessi ortaggi prodotti al Nord (tab. 5) e dei limiti in vigore nell'UE per lattuga e spinacio (tab. 3).

Ne deriva che gli orticoltori italiani, e quelli meridionali in particolare, a parità di tecnica colturale, operando in ambienti più soleggiati rispetto a quelli dei paesi del Nord Europa, possono produrre ortaggi con contenuto di nitrati più basso, conferendo così un valore aggiunto alle loro produzioni.

Alle latitudini maggiori, in condizioni di scarsa disponibilità di energia radiante (o con ridotta attività della NR), la concimazione azotata svolge un ruolo determinante nel metabolismo dei nitrati.

Aumentando la disponibilità di N nel mezzo di coltura oltre il valore soglia, specifico per ogni cultivar, la produzione non aumenta più, mentre i nitrati continuano ad accumularsi nei vacuoli. Nella pratica agronomica è preferibile distribuire l'N in almeno due momenti, valutando attentamente l'epoca di distribuzione del concime sulla base della disponibilità nel mezzo di coltura e del ritmo di asportazione dell'elemento minerale da parte della specie. Questo accorgimento riduce le perdite di N dal terreno e l'accumulo di NO<sub>3</sub> nella pianta, aumentando in definitiva l'efficienza d'uso di N.

**Tabella 5** - Contenuto medio di NO<sub>3</sub> (mg/kg di prodotto fresco) di alcuni ortaggi acquistati in mercati di Milano (Cerutti et al., 1996) e Bari (Todaro, 1997).

<b>ORTAGGIO</b>	<b>Milano</b>	<b>Bari</b>
<b>Carote</b>	<b>111</b>	<b>195</b>
<b>Cavolfiore</b>	<b>406</b>	<b>202</b>
<b>Finocchio</b>	<b>555</b>	<b>363</b>
<b>Lattuga (var. crispa)</b>	<b>690</b>	<b>581</b>
<b>Lattuga (var. longifolia)</b>	<b>1.255</b>	<b>1.241</b>
<b>Prezzemolo</b>	<b>1.356</b>	<b>1.150</b>
<b>Ravanello</b>	<b>2.423</b>	<b>2.067</b>
<b>Rucola</b>	<b>4.598</b>	<b>2.597</b>
<b>Sedano</b>	<b>1.072</b>	<b>1.678</b>
<b>Spinacio</b>	<b>2.716</b>	<b>1.845</b>

Da questa valutazione, scaturisce un altro suggerimento: la possibilità, nelle coltura fuori suolo, di abbattere il contenuto di NO<sub>3</sub> mediante l'eliminazione di N o la sua sostituzione con Cl, SO<sub>4</sub> o NH<sub>4</sub> nella soluzione nutritiva nel periodo immediatamente precedente la raccolta.

Con questi espedienti in alcuni casi è stata osservata la capacità delle piante di utilizzare per la sintesi proteica i nitrati accumulati nei vacuoli, con conseguente riduzione della loro concentrazione senza variazioni della produzione e della qualità dei prodotti. In idrocoltura, riducendo ad un quarto l'N della soluzione nutritiva 5 giorni prima della raccolta, la rucola ha ridotto il contenuto di nitrati del 70 % portandolo ben al di sotto dei valori indicati per lattuga e spinacio dal Regolamento CE n. 194/97, senza modificare il risultato produttivo. L'esclusiva o prevalente disponibilità di N in forma nitrica favorisce l'accumulo di NO<sub>3</sub>, al di là della dose e delle modalità di distribuzione del concime.

L'uso di concimi contenenti NH<sub>4</sub> o una miscela di NO<sub>3</sub> e NH<sub>4</sub> può ridurre il contenuto di NO<sub>3</sub> nelle piante. Diversamente da NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub> non richiede riduzione chimica (consente perciò il risparmio dell'energia richiesta per ridurre la forma di N ossidata), non può essere accumulato, perché è tossico, ma deve essere "incorporato" in composti azotati non dannosi e utili (aminoacidi e amidi) per la formazione di materiale vegetale.

L'effetto delle forme inorganiche di N è comunque più evidente nelle colture senza suolo, mentre in pien'aria varia in funzione delle caratteristiche pedoclimatiche. La risposta dipende soprattutto dalla specie considerata.

Basse proporzioni di NO<sub>3</sub> nel mezzo di coltura favoriscono l'assorbimento di NH<sub>4</sub>, alleviando gli effetti tossici che NH<sub>4</sub> determina quando è da solo.

Per la lattuga, la presenza di entrambe le forme inorganiche di N nella soluzione nutritiva migliora la produzione e riduce il contenuto di nitrati rispetto alla soluzione contenente azoto in forma esclusivamente nitrica.

In esperimenti condotti in camera di crescita o in serra, indivia, cicoria, sedano e finocchio allevati con frazioni crescenti di NH<sub>4</sub> hanno diminuito il contenuto fogliare di NO<sub>3</sub> senza pregiudicare la risposta quantitativa della produzione, mentre spinacio, rucola e bietola da costa allevati in presenza del 100 % di N in forma ammoniacale hanno manifestato i sintomi tipici della tossicità da ammonio.

## CONCLUSIONI

Il nitrato ha tossicità relativamente bassa. Nitrito e composti N-nitroso, invece, sono tossici e biologicamente attivi nei mammiferi.

Poiché nel corpo umano il nitrato è degradato immediatamente a nitrito dai sistemi enzimatici dei batteri gastro-intestinali e dei mammiferi, e le reazioni successive del nitrito con ammine, amidi e aminoacidi portano alla formazione di composti N-nitroso, gli ortaggi costituiscono non solo la fonte principale di nitrato della dieta umana, ma anche indirettamente di nitrito e composti N-nitroso.

Per questo la riduzione del contenuto di nitrato negli ortaggi è necessaria e il regolamento comunitario n. 194/97 risulta quanto mai opportuno, anche se il limite di 4.500 mg/kg di prodotto fresco per la lattuga raccolta dal 1° ottobre al 31 marzo risponde più all'esigenza "politica" di non mettere in difficoltà i produttori del nord Europa (Gazzetta ufficiale delle Comunità europee N. C 139/2 del 5/6/95) che a quella di tutelare la salute umana.

Grazie alla consolidata tradizione di produrre ortaggi, nelle regioni del Sud Italia, razionalizzando l'uso dei fertilizzanti azotati in pien'aria o adottando strategie di eliminazione o sostituzione dell'azoto nelle colture fuori suolo, gli orticoltori meridionali possono produrre ortaggi con ridotto contenuto di nitrati.

Questo può rappresentare un valore aggiunto per le produzioni orticole (già caratterizzate da elevato contenuto di micronutrienti essenziali ed antiossidanti) e può eliminare il pericolo per la salute pubblica legato all'eccessiva presenza di nitrati nella dieta.



La Biodiversità  
su scala globale

Francesco D'Errico  
Emilio Caprio  
Roberta Piccolo





L'ultimo trentennio ha visto intensificarsi i processi di internazionalizzazione di attività un tempo comprese nel settore agricolo e che oggi mostrano i caratteri delle produzioni industriali

Le imprese multinazionali si sono inserite nei settori nascenti e hanno esteso le proprie strutture di ricerca, di produzione o di commercializzazione, fino a raggiungere le attuali posizioni di dominio e controllo nel comparto delle biotecnologie e in quello della produzione delle sementi. L'internazionalizzazione dei due comparti, che sono strettamente correlati, può essere considerata una ulteriore espansione dell'agribusiness, cioè delle industrie che hanno profondamente trasformato, a monte e a valle, le attività agricole, lasciando agli agricoltori solo il lavoro di sorveglianza della crescita dei prodotti primari (mentre la quasi totalità dei mezzi di produzione viene fornita dalle industrie e la quasi totalità delle materie prime possono essere consumate solo dopo processi di lavorazione e trasformazione di tipo industriale).

Nei primi anni '50 ebbe inizio del processo di internazionalizzazione della produzione di sementi, quando le Fondazioni Ford, Rockefeller, alle quali si aggiunse più tardi la Kellogg, ottennero i primi risultati dalle ibridazioni nel grano, riso e mais da cui, in seguito, derivarono le varietà ibride ad alto rendimento che sostituirono le varietà originarie.

Negli anni '70, inoltre, vennero introdotte, in quasi tutti i Paesi, nuove legislazioni che tutelavano con brevetti, certificati etc. il diritto di esclusiva, e quindi di utilizzazione commerciale, sulle nuove varietà vegetali. In questi anni i gruppi multinazionali agrochimici si diversificarono e crebbero impossessandosi sempre più del mercato fino a raggiungere, intorno al 1980, posizioni ampiamente dominanti.

Tra le multinazionali che hanno guidato questo processo emergono le imprese chimico farmaceutiche già impegnate nelle produzioni per l'agricoltura, ma il settore sementiero è stato significativo anche per imprese petrolifere come la Shell o elettroniche come l'ITT. L'entrata delle multinazionali nell'agribusiness del settore dei semi e delle biotecnologie è stata caratterizzata da tempi particolarmente accelerati e ha determinato effetti negativi su scala mondiale, le cui conseguenze (per le sementi dal 1975, per le biotecnologie dai primi anni '80) non sono state ancora valutate in tutta la loro gravità.

Il volume di affari rappresentato dalla possibilità di ottenere sementi brevettabili, e quindi con nome e attestato di proprietà, inserendo nei genotipi delle varietà commerciali i geni di interesse agronomico, è notevole, e la quasi totalità della ricerca condotta dalle industrie chimiche impegnate nell'industria sementiera collega strettamente la ricerca sui prodotti chimici a quella sulla riproduzione delle piante.

La priorità che, nelle agricolture mondiali, hanno assunto le varietà ibride ad alto rendimento, ha causato l'abbandono, e in alcuni casi la scomparsa, degli ecotipi locali meglio adattati all'ambiente e più resistenti alle fitopatie. Si è arrivati così all'uniformità genetica di queste colture.

La pressione esercitata dalle esigenze di meccanizzazione dell'agricoltura, l'esigenza dell'industria di trasformazione a lavorare prodotti uniformi, e la richiesta indotta dai consumatori di alimenti anche in apparenza sempre uguali, la spinta ad aumentare la produttività dei terreni ed il ruolo centrale attribuito al rendimento delle coltivazioni indipendentemente dalla loro resistenza alle malattie e agli insetti, hanno accelerato il processo di sostituzione.

La manipolazione genetica viene inoltre praticata sempre sulle stesse colture, sia perché più facili da "trattare" sia perché interessanti per i Paesi industrializzati.

Si è arrivati quindi ad una situazione in cui l'alimentazione umana si basa su di un numero ristrettissimo di varietà e ciò aumenta i rischi derivanti da malattie che dovessero attaccare queste varietà.

Per le specie abbandonate c'è da anni una rete di banche del germoplasma che mantiene il patrimonio genetico di migliaia di piante scomparse sulla Terra.

Queste banche, però, sono situate per il 60% nei paesi industrializzati, e per il 10% nei Paesi del Sud del Mondo, ma sotto stretto controllo di istituti di ricerca europei o statunitensi e vi sono notevoli preoccupazioni sulla possibilità che la creazione di banche private dei semi possa costituire di fatto un ostacolo, per molti Paesi, all'accesso senza condizioni, a questa materia prima.

È ormai chiaro che maggiori produzioni agricole possono non migliorare le condizioni di vita delle popolazioni locali se quote crescenti di esse vengono consumate nei centri urbani o esportate.

Se viene data preferenza a prodotti che lavorati a livello industriale si trasformano in alimenti molto costosi o poco adatti al consumo popolare.

Se vengono introdotti a scapito delle coltivazioni tradizionali, prodotti utilizzabili solo nei Paesi industrializzati, oppure che possono trovare un uso alimentare esclusivamente dopo una lavorazione industriale a grande scala.

Gli esempi che si possono ricordare riguardano numerosi prodotti di grande importanza economica (caffè, tè, oleaginose, soia, latte, etc.).

In Brasile, ad esempio, l'introduzione della soia, ad opera di un ristretto numero di multinazionali, ha fatto diventare il Paese il secondo esportatore mondiale, ma ha causato gravi carenze alimentari e rivolte per fame in tutte le aree dove aveva soppiantato cereali e legumi coltivati tradizionalmente.

Da molti anni ormai alla FAO, accanto alla constatazione che si continuano a registrare incrementi globali di produzione, ha dovuto evidenziare il rapido aumento dei Paesi che perdevano la loro autosufficienza alimentare.

Un altro effetto negativo riguarda l'uso di fitofarmaci e in generale di prodotti chimici per l'agricoltura.

L'uso dei composti agrochimici ha alterato gli ecosistemi sia relativamente alla fauna sia alla flora; le conseguenze più rilevanti sono state: la riduzione della variabilità genetica dei sistemi viventi, i processi di eutrofizzazione delle acque dolci e di quelle marine, l'alterazione chimico-fisica e biologica dei suoli e la contaminazione dell'uomo attraverso la catena alimentare.

L'uso dei fitofarmaci, inoltre, ha innescato un ulteriore grave meccanismo: quello della resistenza degli insetti agli agenti tossici (evento che, come ben sappiamo induce ad aumentare le quantità del prodotto irrorato e ad introdurre nel mercato nuovi prodotti, incrementando così i profitti delle industrie del settore).

Nello stesso tempo i pesticidi hanno anche colpito insetti utili per l'uomo; la scomparsa di quelli che si nutrivano di larve di zanzara ha causato la recrudescenza della malaria, che è riapparsa in popolazioni che l'Organizzazione Mondiale per la Sanità aveva ormai dichiarato fuori pericolo.

Pratiche colturali comuni in condizioni di clima temperato, come per esempio la lavorazione del suolo o l'irrigazione, possono condurre a inaccettabili livelli di erosione in condizioni climatiche aride, là dove, invece, sistemi di lavorazione del suolo meno intense possono prevenire il fenomeno.

Le nuove colture di ibridi ad alto rendimento e piante "ingegnerizzate" sono caratterizzate da alte fertilizzazioni, meccanizzazione integrale, diserbo chimico, uso di erbicidi, anticrittogamici, insetticidi e irrigazione.

L'esigenza di una più profonda lavorazione del terreno per una migliore nutrizione e assimilazione dell'acqua, inoltre, è accompagnata dalle richieste di più elevati consumi di azoto, fosforo, potassio e di micronutrienti. Molto pressante è infine l'esigenza di proteggere le colture da malattie e parassiti.

Su vaste aree geografiche vengono introdotte poche varietà produttive caratterizzate da uniformità genetica e più facilmente attaccabili da parassiti e agenti patogeni.

La degradazione del suolo è la più grave minaccia all'ambiente prodotta dalle moderne pratiche agricole.

Il processo di degradazione dei suoli più evidente è l'erosione per cui la superficie del terreno, privata di una folta biomassa vegetale, è esposta all'impatto dei venti, della radiazione solare e delle precipitazioni che determinano una combinazione di stress fisici (come una più alta velocità del vento, una più bassa umidità, temperature più elevate, una maggior velocità di evaporazione e una maggiore escursione termica tra il giorno e la notte) tali da rendere il terreno non più utilizzabile per scopi agricoli.

Un ulteriore aspetto che suscita preoccupazioni riguarda l'uso distorto delle nuove conoscenze. Il caso più noto è costituito dall'ampia serie di ricerche dirette a rendere le piante di maggiore importanza economica resistenti agli erbicidi.

I motivi economici di queste scelte sono riconducibili non soltanto al desiderio di mantenere o aumentare la fabbricazione di prodotti chimici, ma anche al diverso costo per le ricerche volte a modificare geneticamente una pianta e per quelle dirette a mettere a punto un prodotto chimico efficace interamente nuovo.

La chimicizzazione dell'agricoltura, avviatasi intorno alla metà degli anni '60, aveva come obiettivo "ufficiale" l'aumento della produttività per ettaro ottenuta attraverso l'aumento delle rese delle colture (trascurando ovviamente il fatto che la sostituzione di attività manuali, come ad esempio il diserbo, con processi chimici avrebbe provocato una notevole riduzione dell'occupazione).

La dinamica di questo processo è ormai nota, poiché nel corso degli anni si sono manifestate numerose strozzature.

L'aumento delle rese per ettaro è stato molto forte in una prima fase, ciò è avvenuto in tutte le colture e in quasi tutte le aree produttive; ben presto, tuttavia, si è verificato il fatto che, una volta raggiunta la produttività massima, compatibile con il tipo di coltura, di suolo, di risorse ambientali etc. quella stessa produttività poteva essere mantenuta costante solo grazie ad un crescente impiego di inputs chimici sempre più costosi.

La forbice tra rese e costi di produzione ha continuato a divaricarsi fino a diventare insopportabile per molti piccoli e medi agricoltori, sia del centro che della periferia del sistema economico mondiale.

Gli esiti strutturali di tale processo sono stati:

- un crescente abbandono della terra adibita a coltura, che, anche per regioni fortemente dotate di fattori produttivi, ha avuto dinamiche preoccupanti;
- una conseguente concentrazione delle attività produttive in agricoltura, con il passaggio sempre più rapido alla formazione della grande azienda capitalistica e un'altrettanto rapida riconversione delle colture verso la monocoltura cerealicola (favorita sia dall'introduzione delle nuove sementi ad alto rendimento e dal relativo impiego della forza

lavoro, sia dalla contemporanea trasformazione del settore zootecnico);

- un crescente progressivo impiego di fertilizzanti e pesticidi, sempre più potenti e sempre più costosi, dove la tendenza è alla integrazione di una linea di produzione pesticidi - sementi - fertilizzanti - biotecnologie che realizzi una "dipendenza globale" dell'agricoltura dalle grandi imprese chimico-farmaceutiche. Questo processo di modernizzazione ha avuto effetti preoccupanti quali:
- un carico ambientale gravoso con conseguente contaminazione dell'uomo attraverso la catena alimentare;
- una riduzione della base genetica che ha reso le colture più suscettibili alle fitopatie.

Per questo nuovo settore, le cui potenzialità di evoluzione tecnologica e di interesse economico sono innegabili, negli ultimi anni si sono moltiplicate le valutazioni critiche e le denunce di effetti negativi e di gravi rischi.

In primo luogo, alcuni dei nuovi prodotti basati sull'ingegneria genetica possono modificare profondamente il quadro delle fonti di approvvigionamento di alcune materie prime; ciò è vero in particolare per le esportazioni provenienti dai Paesi in via di sviluppo (zucchero, cacao, vaniglia etc.) la cui sostituzione potrebbe determinare la perdita di milioni di posti di lavoro.

In secondo luogo non sappiamo ancora quale sia l'impatto ambientale di un batterio o una pianta ingegnerizzati.

Non possono essere sottovalutati i rischi connessi con la manipolazione genetica, sia in ambienti controllati che in pieno campo.

Per i primi esistono di fatto solo delle normative non vincolanti mentre il rilascio nell'ambiente incontra soltanto dei limiti concepiti per attività completamente diverse.

La possibilità di correggere e modificare a piacere gli organismi viventi comporta gravi responsabilità per il biologo molecolare e le polemiche che hanno accompagnato la nascita di questa scienza ne sono una chiara testimonianza.

Il problema è poter valutare con esattezza i potenziali rischi per l'uomo e per l'ambiente" poiché l'equilibrio tra rischio e potenza è molto vago e preoccupa molti ricercatori.

Cosa accadrebbe se una cellula di E. coli, trasformata in modo tale da farle sintetizzare insulina, sfuggisse al controllo e andasse a vivere nell'intestino umano? Nel malcapitato ospite, forse, il controllo del metabolismo del glucosio potrebbe essere del tutto inattivato. Sono incidenti che possono capitare.

Che cosa accadrebbe se uno scienziato ricercatore decidesse di inserire nell'E. coli il gene di una tossina, per esempio quella del botulismo? Potrebbe questo batterio sfuggire e distruggere la razza umana? Sono incidenti che possono capitare.

Che cosa accadrebbe se in un esperimento di "shotgun" alcuni geni venissero separati da quei tratti di DNA che ne garantiscono il controllo? Potrebbero rappresentare una fonte di pericolo completamente sconosciuta?

La nostra ignoranza è assai profonda ed è assai difficile accordarsi sulla valutazione dei rischi (al di là della constatazione comune che di rischi ce ne sono certamente).

Le discussioni sulla probabilità di rischio e sulle conseguenze sono estremamente complesse e spesso condotte, con la presunzione di sapere, "alla cieca", perché è molto ciò che non conosciamo. Vi sono barriere contro il libero flusso dell'informazione genetica tra procarioti ed eucarioti, le due linee evolutive sono separate da quasi un miliardo di anni ed i virus (che non sono né procarioti né eucarioti) sono in grado di infettare tutti gli organismi viventi.

L'ingegneria genetica supera queste barriere e mescola il DNA. Potrebbe essere questa una pratica pericolosa? I ricercatori verrebbero privati della loro libertà se fosse loro vietata ogni indagine sulla ricombinazione una volta accertata la sua pericolosità?

C'è chi pensa che, libertà intellettuale o no, queste barriere non debbano essere intenzionalmente varcate e chi è più possibilista. Ci si domanda se la nostra abilità non ci farà incappare in problemi più gravi di quelli che cerchiamo di risolvere.

Non pensiamo soltanto a virus letali vaganti o mortali microrganismi mutanti fuggiti dalle provette ma pensiamo anche alle terribili armi che potremmo inavvertitamente mettere in mani poco sagge.

C'è chi propone di imprigionare la scienza per il suo bene ma forse esistono vie alternative, forse è possibile trovare un modo per continuare a camminare, ma lo si dovrà fare in punta di piedi.

Le direttive approvate dalla CEE sul rilascio controllato nell'ambiente di microrganismi geneticamente modificati inducono a valutare i risultati delle ricerche sul rischio biotecnologico di tali rilasci.

Lo studio dell'impatto con l'ambiente naturale degli organismi ricombinanti è estremamente difficile. Pressoché impossibile è generalizzare e prevedere poiché manca una ecologia predittiva per valutare a tavolino il preciso destino di uno specifico organismo ingegnerizzato una volta inserito nell'ambiente naturale.

Bisognerebbe essere in grado, nel rilasciare nell'ambiente un organismo geneticamente manipolato, di considerare alcuni parametri fondamentali come: la possibilità dell'organismo rilasciato di sopravvivere e moltiplicarsi nell'ambiente naturale, la sua stabilità genetica, la possibilità che l'organismo possa essere trasportato lontano dal sito di disseminazione per opera di agenti naturali e, ovviamente, ogni possibile effetto nocivo o comunque non desiderato prodotto dall'immissione nell'ambiente dell'organismo ricombinante.

La sopravvivenza, la capacità di moltiplicarsi e la stabilità nel tempo di un organismo dipendono dalla sua costituzione genetica come dalle caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche dell'ambiente nel quale l'organismo è immesso.

La capacità di formare cisti, conidi nel caso di microrganismi, o semi nel caso di piante, può aumentare enormemente le chances dell'organismo di sopravvivere in un ambiente a lui poco favorevole. Un punto di fondamentale importanza nella valutazione del "risk assesment" è quello dei possibili scambi di materiale genetico tra l'organismo rilasciato e gli organismi già presenti nell'ambiente.

A questa difficoltà, o impossibilità di fare previsioni affidabili, si sopperisce col ricreare in laboratorio, per quanto possibile, una serie di situazioni tipo, verificando poi sperimentalmente quello che accade.

È questa per l'appunto la filosofia che guida la maggior parte degli esperimenti sul "risk assesment".

A questa filosofia sembrano essersi attenuti rigorosamente i partecipanti al progetto BAP (Biotechnology Action Programme).

In termini generali gli esperimenti compiuti possono essere collocati in due categorie principali: esperimenti condotti nell'ambiente naturale ed esperimenti condotti in microcosmo, cioè in un contenitore più o meno sigillato, all'interno del quale, secondo gli esperimenti, sono presenti terra acqua, microrganismi, piante, animali, e la cui funzione è di simulare in laboratorio una delle tante situazioni che possono verificarsi in natura.

L'opzione per l'uno o per l'altro sistema, nell'ambito del programma CEE, sembra avere

una valenza strettamente nazionale, nel senso che il rilascio di microrganismi manipolati geneticamente nell'ambiente naturale è stato effettuato per la massima parte in Inghilterra, Francia e Belgio, Paesi nei quali è possibile ottenere, da apposite commissioni, l'autorizzazione a condurre esperimenti di rilascio di organismi manipolati geneticamente nell'ambiente. Fra gli organismi presi in considerazione dai diversi gruppi di ricercatori vi sono stati batteri, piante e virus.

Un aspetto inquietante dello sviluppo delle biotecnologie è dato dall'uso che se ne può fare di queste tecniche innovative nel campo militare.

Fin dall'inizio gli studi nel campo biotecnologico hanno suscitato particolare interesse in ambito militare, e non è quindi casuale che una prima serie di ricerche sia stata finanziata dal Pentagono e dedicata allo studio delle armi biologiche e chimiche e dei relativi antidoti. Le conoscenze volte a curare, proteggere e potenziare le piante possono essere utilizzate per distruggerle.

Le moderne tecniche del DNA ricombinante possono essere utilizzate per creare una nuova generazione di armi biologiche.

Le linee di ricerca in campo militare comprendono vaccini contro batteri e virus, metodi per la rapida individuazione e identificazione di sostanze per la guerra chimica e biologica e sistemi di protezione contro tali sostanze; nuovi materiali (fibre, carburanti, collanti etc.) antidoti contro tossine di origine batterica o fungina; studio dei geni codificanti tossine e clonazione; ricerca di base sulla struttura delle proteine e sul controllo genetico.

Naturalmente di tutte queste attività viene in genere sottolineato il carattere difensivo ed evidenziato il fatto che gli agenti della guerra biologica hanno effetti più lenti e diffusi di quelli chimici, quindi sono meno adatti come armi da usare sul campo di battaglia.

Certo, ma possono essere molto efficaci contro la popolazione civile. Inoltre la sperimentazione di "antidoti" contro virus e batteri letali ha un senso se si vuol difendere coloro che devono impiegare questo tipo di armi.

Le ricerche difensive sono quindi volte a creare armi offensive; e noi non siamo in grado di controllare la diffusione e la moltiplicazione di virus e batteri geneticamente modificati. Nel medioevo l'Europa fu colpita dalla peste che uccise qualcosa come 25 milioni di persone. In parte la sua diffusione fu il risultato di una guerra biologica. Nel 1346 i mongoli, frustrati per aver assediato senza successo la città di Caffa (l'odierna Feodosija, un porto in Crimea), misero dei cadaveri di appestati sulle loro catapulte e li scagliarono oltre le mura della città (sembra che i Russi abbiano usato, nel '700, simili metodi contro gli Svedesi).

La malattia si diffuse rapidamente e metà degli abitanti morirono. Alcuni riuscirono ad abbandonare la città e, nel loro peregrinare, portarono la peste in tutta Europa.

In Italia, verso il XVI secolo, venivano pubblicati manuali che descrivevano come costruire proiettili di artiglieria riempiti di materiale infetto e, due secoli dopo, gli Inglesi infettavano le loro pallottole con il vaiolo per contagiare le tribù di indiani americani ed estirpare così la loro "esecrabile razza". Nella prima guerra mondiale la Germania fece uso di gas tossici, contro le truppe alleate, provocando la perdita di un milione di persone.

I tedeschi infettarono con i germi del carbonchio diversi animali da soma Sudamericani in procinto d'esser spediti in Europa. Ma la guerra biologica non rappresentò una seria minaccia. Nella seconda guerra mondiale, invece, la guerra biologica diventò reale. Pare che Churchill avesse preso in considerazione l'uso del carbonchio contro le principali città della Germania.

Il carbonchio è una malattia che può colpire sia gli animali che l'uomo. L'inalazione di spore di carbonchio conduce quasi sempre alla morte per soffocamento entro pochi giorni. Le spore possono vivere nel suolo, contaminandolo, per anni e resistono ad un rapido congelamento, alla bollitura e ai disinfettanti.

In preparazione di un eventuale uso, gli Inglesi lo sperimentarono sull'isola Scozzese di Gruinard, ancora oggi inabitabile, ma non lo usarono mai contro la Germania, forse per timore di rappresaglie.

Il Giappone e gli Stati Uniti misero a punto incredibili programmi di guerra chimica e batteriologica.

Proprio in virtù del Protocollo di Ginevra, del 1925, che proibiva l'uso di armi biologiche, si arrivò alla conclusione che fossero molto potenti, e quindi da studiare e amplificare.

Nel 1937 il governo giapponese autorizzò l'istituzione di un grandioso istituto di ricerca sulla guerra biologica.

Conducessero gli esperimenti, inizialmente su prigionieri di guerra (iniettavano il tetano, li cospargevano di carbonchio, colera, tifo, pulci contaminate con la peste, trasmettevano la sifilide alle donne, le ingravidavano, e vivisezionavano entrambi; sostituivano il sangue degli esseri umani con quello dei cavalli, o delle scimmie, sezionavano vivi i prigionieri etc.) in seguito condussero prove "su campo" attaccando le città Cinesi.

Al termine della guerra gli Stati Uniti barattarono l'immunità per i crimini di guerra con le conoscenze acquisite e documentate dagli "addetti ai lavori" Giapponesi sulle armi biologiche. In confronto al Giappone gli Stati Uniti intrapresero tardi il loro programma di guerra biologica, ufficialmente avviata solo nel '43.

Con le biotecnologie, avendo acquisito la capacità di spostare geni, gli scienziati diventarono capaci di creare nuove malattie ideate specificamente per determinate situazioni, determinate popolazioni, e forse persino per determinati gruppi etnici. Per la prima volta è possibile ideare metodi sofisticati per centrare il bersaglio.

Le nuove creature della guerra biologica potrebbero essere rese resistenti ad antibiotici e vaccini noti e, viceversa, si potrebbero sviluppare dei vaccini per proteggere almeno una parte della popolazione dagli effetti di un'arma usata contro altri.

Con l'inserimento di nuovi geni si potrebbe aumentare la virulenza di agenti infettivi naturali, si potrebbero inserire geni dannosi in organismi innocui (che verrebbero ritenuti normali dagli aggrediti).

Chi aggredisce potrebbe creare una malattia così nuova da non consentire difesa possibile o probabile, almeno in tempi brevi.

Le biotecnologie hanno risolto, in modo efficace, il problema dell'opposizione da parte dell'opinione pubblica, perché è possibile alterare un organismo in modo da interferire con la sua identificazione o valutazione.

Chi può dire se una nuova malattia, o una forma più virulenta di una vecchia malattia, è stata prodotta da un intervento umano o da una mutazione naturale?

Sarà possibile condurre una guerra in segreto con la stessa efficacia di una bomba o di un fucile, e l'aggressore rimarrà anonimo.

I vantaggi sono evidenti. Il maggior problema della guerra chimica e biologica è sempre stato però la difficoltà di circoscrivere l'obiettivo.

Le armi biologiche possono avere un'efficacia terrificante ma non possono essere controllate. Contagiare il proprio nemico può spesso significare il suicidio, e questo problema ancora non è stato superato.

Nel campo medico l'ingegneria genetica ha portato a notevoli sviluppi. Agli albori degli anni '70 si prevedevano per l'immediato futuro fonti illimitate di insulina umana ed altri ormoni, tali previsioni però sono risultate eccessivamente ottimistiche; all'inizio degli anni '80, infatti, nessun prodotto terapeutico di questo tipo, per l'uomo, era ancora in commercio. Le aspettative nel campo medico sono grandi ma gli ostacoli lo sono altrettanto.

Per quanto riguarda lo sviluppo embrionale l'ingegneria genetica può essere molto utile per i test diagnostici capaci di identificare le malattie genetiche.

Ad oggi, tra i test messi a punto, vi sono quelli basati su anticorpi monoclonali per antigeni caratteristici della malattia, e quelli che prevedono sonde specifiche da ibridare con il DNA dell'embrione per cercare un particolare gene (sono già state sviluppate, ad esempio, sonde per i geni anomali dell'emoglobina, come quelli della talassemia).

Le malattie provocate direttamente o indirettamente da geni difettosi sono un obiettivo primario per gli ingegneri genetici.

Un altro obiettivo è la lotta contro le malattie provocate da organismi patogeni (vaccini ingegnerizzati), con gli anticorpi monoclonali, infatti, si può pensare di ottenere vaccini contro malattie un tempo considerate irriducibili.

Ci si aspetta nuovi farmaci, non solo nuove versioni di quelli vecchi, ma prodotti completamente nuovi: interferone, ibridi più efficaci delle proteine antivirali naturali, anticorpi monoclonali che riconoscono cellule tumorali, anticorpi come veicoli per il trasporto di farmaci molto tossici. Alla lista degli ormoni già clonati se ne aggiungeranno degli altri permettendo così il trattamento dell'intera gamma di malattie dovute a squilibri ormonali. Si parlerà di terapie di sostituzione.

Per quanto riguarda il diabete, ad esempio, che in alcuni casi si ipotizza dovuto ad una mutazione del gene dell'insulina, si potrebbe sostituire il gene mutato con quello corretto; se invece fosse il meccanismo di controllo a non funzionare, si potrebbe manipolare il DNA in modo da regolare il meccanismo di controllo.

Si potrebbe pensare di trattare i pazienti con qualche difetto genetico, ad esempio l'anemia falciforme, fornendo un nuovo gene per la globina alle cellule del midollo osseo e di rimpiazzare il gene anche nelle cellule germinali così da non trasmettere la malattia anche alla progenie.

Nel caso della sindrome di Down, dovuta alla presenza di un cromosoma in più (una terza copia dell'autosoma 21) si potrebbe pensare di inattivare il cromosoma soprannumerario, senza danneggiare gli altri due, o di intervenire per annullare i cambiamenti provocati dal cromosoma eccedente.

Le possibilità teoriche di intervento sembrano molto vaste per tutte quelle malattie che un tempo venivano definite "errori congeniti di metabolismo" e per le malattie che sembrano avere una componente ereditaria complessa.

Sembra, ad esempio, che un'insolita proteina presente nel cervello di alcune persone, simile ma non identica ad una delle usuali coinvolte nel trasporto di informazioni tra cellule nervose, possa essere implicata in un'ampia gamma di malattie quali la sclerosi multipla, la depressione acuta e la schizofrenia.

Non è ancora chiaro se il gene per questa proteina sia difettoso, ma anche in questo caso, si potrebbe pensare ad una sostituzione del gene.

Il clonaggio potrebbe trovare utili applicazioni in chirurgia. Il sistema immunitario dell'ospite tende a riconoscere il trapianto come estraneo e di conseguenza si ha il rigetto. In alcuni casi si può avere addirittura aggressione del paziente da parte dell'organo trapiantato.

tato, se questo ha conservato parti del proprio sistema immunitario.

Poiché tale meccanismo è sotto controllo di un particolare gruppo di geni, la biologia molecolare potrebbe avere un ruolo fondamentale nella risoluzione di questo problema.

Qualcuno azzarda l'ipotesi di creare un clone di ciascuna persona per utilizzarlo come riserva di organi da trapiantare.

Non è ancora esattamente chiaro il perché della morte delle cellule (e di conseguenza dell'organismo) ma ciò sembra imputabile ad un progressivo accumulo di deviazioni genetiche ("errori") che rendono via via più inefficienti i meccanismi biochimici.

Poiché gli enzimi di riparazione sono certamente sotto il controllo di geni, sarà forse possibile costruire artificialmente quei geni in modo tale che forniscano enzimi di riparazione più efficaci. Con i nuovi metodi per la fecondazione in vitro l'ingegneria genetica potrebbe essere l'aberrante strumento per la creazione di una vasta schiera di cloni, ciascuno costituito per un particolare scopo.

Lo spettro di orde dilaganti di cloni costruiti a capriccio di una società folle è inquietante, per fortuna, appare ancora una realtà remota.

La nostra ignoranza sui metodi che il genoma usa per esprimersi fino a dare un organismo funzionante è tale che non sapremmo assolutamente alterare (per ora) a nostro piacere il nostro genoma in modo così ampio. Il potenziale dell'ingegneria genetica sembra oggi essere illimitato per quanto riguarda gli interventi nei processi vitali.

Resta comunque un illimitato numero di domande che, di volta in volta, dovremo porci (in modo critico e soprattutto con la massima "cognizione di causa" possibile) senza essere prede di facili entusiasmi o di rigide prevenzioni.

È da sperare nell'etica di una società capace di fermare quelli che, a volte, possono essere i risvolti aberranti della scienza e credere in una saggia natura capace di porre i limiti che l'uomo spesso non riesce a definire.

## NATURA E BIODIVERSITÀ

**T**ra le varie forme di ricchezza del Paese (materiale, culturale, biologica), quella biologica (biodiversità) è stata finora sottovalutata.

Tale ricchezza consiste nell'enorme numero di informazioni genetiche possedute da ciascuna specie, anche la più piccola.

Sebbene l'estinzione delle specie sia un fenomeno naturale, in quanto legato alla evoluzione di nuove specie, l'intervento dell'uomo, in particolare con deforestazione, urbanizzazione selvaggia e tecnologie non appropriate, ha amplificato questo fenomeno.

La tutela, conservazione e valorizzazione del patrimonio naturale ed ambientale rappresentano obiettivi strategici per l'affermazione di un positivo rapporto con la natura, che unitamente al rispetto delle tradizioni, della cultura, della storia, della corretta utilizzazione delle risorse socioeconomiche, può tradursi in quello "sviluppo sostenibile" che rappresenta la problematica prioritaria del V° Programma d'Azione europeo, a favore dell'Ambiente.

## LE AREE PROTETTE IN CAMPANIA: DALLA CARTA ALLA GESTIONE OPERATIVA

La Campania, con l'istituzione dei due Parchi Nazionali - Cilento e Vallo di Diano e Vesuvio e delle undici aree protette regionali, Parchi e Riserve Naturali si pone tra le prime regioni d'Italia come superficie territoriale protetta.

Il dato sulla percentuale di superficie protetta, pari al 25% della superficie regionale, dà l'idea di una particolare attenzione rivolta alla problematica della tutela e salvaguardia del patrimonio naturale ed ambientale in Campania.

In particolare il Parco del Cilento e Vallo di Diano con i suoi 1.800 kmq e gli 80 comuni i cui territori, almeno parzialmente, ricadono all'interno del territorio protetto, è il secondo parco italiano per estensione e rappresenta uno dei più importanti complessi biogeografici dell'Italia meridionale.

Il territorio delle aree protette della Campania può essere suddiviso, in un primo livello di analisi, in due aree aventi diverse caratteristiche di morfologia della struttura naturale, ambientale nonché insediativa ed economica, considerato l'alto livello di antropizzazione di alcune zone: tali aree sono individuabili in area costiera e area interna.

L'area costiera, partendo da Sud, è rappresentata dal Parco Nazionale del Cilento e del Vallo di Diano, dalla Riserva Naturale Foce Sele – Tanagro, dal perimetrando Parco dei Monti Lattari, dal Parco Regionale dei Campi Flegrei, dalla Riserva Naturale Foce Volturno – Costa di Licola, dal Parco Regionale di Roccamonfina e Foce Garigliano. In questa fascia può essere inserito anche il Parco del Vesuvio che pur non lambendo la costa include comunque al suo interno territori di comuni costieri; lo stesso si può dire della Riserva Naturale del Lago Falciano. Dall'elenco si evince immediatamente che la gran parte della costa campana rientra in aree di tutela e salvaguardia ambientale.

L'area interna è costituita dai territori dello stesso Parco del Cilento e Vallo di Diano, dal Parco Regionale dei Monti Picentini, dal Parco Regionale del Partenio, dal Parco Regionale del Taburno – Camposauro, dal Parco Regionale del Matese e dal Parco Regionale di Roccamonfina e Foce Garigliano.

Il principale elemento di criticità delle aree protette campane, elemento comune sia alla fascia costiera che a quella interna, riguarda essenzialmente la percezione del Parco sul territorio da parte della popolazione.

Ciò deriva essenzialmente dal fatto che i parchi attualmente sono solo disegnati sulla carta e che pur rappresentando un quarto della superficie complessiva regionale, manca riconoscibilità al livello istituzionale.

Inoltre il parco viene vissuto, in generale, dalle popolazioni locali come un ulteriore vincolo alle attività economiche tradizionali (attività edilizia, agricola) e non come reale occasione di sviluppo attraverso la valorizzazione ed il recupero di valori ambientali e culturali.

L'intreccio di finalità di conservazione ed esigenze di sviluppo dei territori delle aree protette campane, con particolare riferimento ai parchi i cui territori sono fortemente antropizzati, genera due condizioni di criticità: da un lato marginalità o sottoutilizzo e dall'altra uso conflittuale o sovrautilizzo del territorio e delle sue strutture naturali ed antropiche.

L'analisi delle due condizioni, seppure da un punto di vista generale, rappresenta un momento sintetico di interpretazione delle dinamiche territoriali. Essa consente di costruire un sistema di obiettivi finalizzato alla omogeneizzazione, bilanciamento e continuità degli ambiti naturali, considerando al contempo le condizioni socio-economiche locali.

La finalità, dunque, è quella di costruire la leggibilità e la percezione delle aree protette attraverso l'identificazione di sistemi integrati territoriali aventi il fine della conservazione e la realizzazione di forme di sviluppo congruenti e durevoli, in altri termini sostenibili.

D'altro canto, gli ambiti territoriali marginali delle aree interne sono caratterizzati da una maggiore integrità di valori e risorse naturali e culturali che potrebbe trasformarsi in una reale opportunità per lo sviluppo eco-compatibile dei territori interni.

Al contempo, nelle aree fortemente antropizzate, sono spesso presenti elementi dotati di una forte valenza naturalistica ed ambientale. Questi elementi sono localizzati soprattutto negli ambiti rurali e periurbani, lungo i sistemi fluviali e le fasce costiere. In tali ambiti vi è l'esigenza primaria di regolare ed orientare la forte pressione antropica favorendo la formazione e gestione di una rete per la tutela e salvaguardia delle risorse naturali.

In conclusione, gli elementi di criticità ambientale delle aree protette interne sono rappresentati dall'isolamento e dalla perdita di connettività ecologica con le aree esterne. Gli elementi di criticità ambientale degli ambiti costieri sono rappresentati invece dal deterioramento diffuso degli elementi ambientali, dal degrado e compromissione dei livelli di naturalità e dalla difficoltà di riconoscimento delle caratteristiche naturali.

Contemporaneamente una corretta gestione associata ad una piena visibilità e riconoscibilità dell'Ente Parco rappresenta un'occasione di impegno per le risorse, le culture, i saperi radicati nel territorio e nel sistema istituzionale locale.

All'interno dei territori naturali protetti, vi è molto delle potenzialità di sviluppo della nostra regione, rappresentato dal patrimonio di arte, natura e cultura che è l'asse su cui fondare una nuova e più forte identità regionale.

La valorizzazione di questa enorme ricchezza deve diventare una delle direttrici attorno cui costruire uno sviluppo economico solido, duraturo ed ambientalmente compatibile.

La centralità che la risorsa "territorio protetto" viene ad assumere nelle strategie di sviluppo economico individua il Parco quale grande laboratorio di interesse nazionale ed europeo, dove maggiori sono le precondizioni favorevoli per avviare, rendere fisicamente ed economicamente visibili e tangibili processi ed esperienze di riconversione ecologica dell'economia a scala di area vasta.

La Campania custodisce nei suoi ambienti naturali un grande patrimonio di biodiversità e custodisce, inoltre, nei suoi ambienti antropizzati i segni di un rapporto specifico e peculiare determinatosi nei secoli tra centri abitati e territorio agrario, tra sistema insediativo e risorse naturali.

L'obiettivo principale da perseguire nelle aree protette campane è dunque quello della tutela e della conservazione del patrimonio naturale e culturale attraverso il recupero e il restauro ambientale e la valorizzazione di forme di aggregazione sociale per il mantenimento della identità locale.

Tutto ciò è realizzabile solo se la materia ambientale viene integrata organicamente nell'ordinamento giuridico italiano secondo un sistema coordinato sul piano del diritto e dell'esercizio delle competenze amministrative e che ogni azione di programmazione sia sostenuta da adeguati processi di comunicazione, di formazione/informazione, di divulgazione e di educazione scolastica.

## AREE PROTETTE DELLA CAMPANIA

	DENOMINAZIONE	PROV.	PROVVEDIMENTO O ISTITUTO	SUP. in HA	SUP. in KMQ
PARCHI NAZIONALI	Cilento Vallo di Diano	SA	Legge Quadro 394/91 D.P.R. 5/6/95	181.048	1.810,48
	Vesuvio	NA	Legge Quadro 394/92 D.P.R. 5/6/95	8.482	84,82
PARCHI REGIONALI	Partenio	AV	Delibera 12/2/99 n° 59	15.650	156,50
	Matese	CE	Delibera 12/2/99 n° 60	25.000	250,00
	Roccamonfina Foce Garigliano	CE	Delibera 12/2/99 n° 61	11.000	110,00
	Taburno Camposauro	BN	Delibera 12/2/99 n° 62	12.370	123,70
	Picentini	SA/AV	Delibera 12/2/99 n° 63	64.000	640,00
	Campi Flegrei	NA	D.P.G.R.C. 5569 del 2/6/95	8.000	80,00
	Lattari	NA	in via di perimetrazione		0,00
	RISERVE NATURALI STATALI	Castelvoturno	CE	D.M. 13/7/77	268
Cratere degli Astroni		NA	D.M. 24/7/87	250	2,50
Tirone Alto Vesuvio		NA	D.M. 29/3/72	1.000	10,00
Valle delle Ferriere		SA	D.M. 29/3/72	455	4,55
AREA MARINA PROTETTA	Punta Campanella	NA	D.M. 12/12/97		
ALTRE AREE NATURALI PROTETTE	Oasi Bosco di S. Silvestro	CE	Convenzione 6/2/93	76	0,76
	Oasi Naturale M. Polveracchio	CE	Convenzione 28/1/94	200	2,00
	Parco Naturale Diecimare	SA	L.R. n° 45 del 29/5/80	220	2,20
			<b>TOTALE</b>	<b>340.349</b>	<b>3.403,49</b>

Dalle brevi considerazioni sinora fatte emerge che la Campania è sicuramente una regione il cui territorio si presenta come un insieme geografico complesso in cui si collocano molteplici costituenti tra cui l'elemento naturalistico-ambientale assume una valenza significativa.

La superficie regionale è per il 25% interessata dalla presenza di parchi (nazionali e regionali) e da riserve naturali (statali e regionali) protette. Infine, come già ricordato, in

Campania sono stati individuati ben 132 siti per i quali si attende il parere della Commissione Europea ai fini del loro riconoscimento quali Siti di Importanza Comunitaria (S.I.C.). Delle 518 aree protette del nostro Paese, ben 146 (pari al 28%) si trovano sull'Appennino. Dei 20 Parchi Nazionali, 9 sono appenninici e dei 71 Parchi Regionali, ben 28 sono appenninici. Il Progetto APE vede nella sussidiarietà, nella partnership, nella condivisione delle responsabilità e nell'integrazione della politica ambientale con le altre politiche, gli strumenti per conseguire l'obiettivo storico di un riequilibrio orientato alla sostenibilità. Attualmente il Progetto APE vede protagonista la rete dei Parchi, le Regioni, le Istituzioni, le comunità locali, la comunità scientifica e le associazioni ambientaliste.

Con APE, dunque, ci si propone di integrare le politiche ambientali con le altre politiche in un progetto complessivo di sviluppo sostenibile riguardante tutto l'arco appenninico, a partire dal sistema delle aree protette.

Gli strumenti operativi sono: la Convenzione per lo Sviluppo Sostenibile dell'Appennino, il Programma d'Azione per lo sviluppo sostenibile dell'Appennino da inserire in un Accordo di Programma tra il Ministero dell'Ambiente e la Regione capofila delle aree protette.

Se si osserva la distribuzione geografica delle aree protette della Campania a partire dal Parco del Cilento e del Vallo di Diano, passando per i Parchi Regionali dei Picentini, del Partenio, del Taburno – Camposauro, del Matese e dal Parco Regionale di Roccamonfina e Foce Garigliano, ci si rende conto che questi costituiscono la naturale prosecuzione del sistema dei parchi appenninici molisani, abruzzesi, marchigiani costituendo quel corridoio naturale protetto ipotizzato dal Progetto APE.

A questo si aggiunga che è di prossima istituzione il Parco della Val d'Agri in Basilicata il quale rappresenterebbe l'anello di congiunzione del Parco del Cilento e del Vallo di Diano verso il Parco Nazionale del Pollino in Calabria.

Dunque il ruolo dei parchi campani, in una prospettiva nazionale ed internazionale, si precisa ulteriormente in base alla sua posizione strategica lungo l'asta appenninica.

Una posizione che mette i parchi campani in stretta relazione con il sistema di grandi aree protette connesse da una rete complessa di corridoi ecologici ed ambientali, che già si snodano lungo l'intera catena appenninica.

Le indicazioni dell'Unione Europea hanno posto in luce che il sistema dei parchi appenninici assume un ruolo cruciale, insieme con quello del sistema alpino nell'ambito della Convenzione delle Alpi, nonché quello delle Alpi scandinave, nella costruzione della Rete Ecologica Europea e più in generale nelle strategie di riequilibrio ecologico europee.

La valorizzazione di questa fascia di territorio assume ovviamente gran rilevanza economica e sociale anche in rapporto al declino delle attività economiche tradizionali che penalizza larga parte del territorio campano, e meridionale in genere, ed agli squilibri determinati dal rapido ed in molti casi incontrollato, sviluppo turistico della fascia costiera.

La valorizzazione dell'intero sistema campano di aree protette passa inevitabilmente per la soluzione delle questioni legate alla gestione dei territori protetti. La crucialità dei rapporti tra gli enti gestori dei parchi ed il contesto territoriale, o meglio, il complesso intreccio generato da istanze di conservazione della natura e esigenze economiche e sociali, sta assumendo ormai una posizione centrale. Tutto ciò induce a considerare improponibile un modello di gestione che non internalizzi nel suo sistema un approccio globale, integrato e socialmente orientato. Il Progetto APE si pone perciò l'obiettivo di attivare un processo di sviluppo auto-centrato e sostenibile nei territori protetti dell'Appennino proponendo un'auspicata "linea qualificata di sviluppo" rappresentata da una fascia di territorio

che attraversi il Mezzogiorno peninsulare da nord a sud, da est ad ovest.

In conclusione si può affermare che gli obiettivi di sostenibilità sono da individuarsi in:

- congiungimento al sistema di aree protette consolidato dell'Italia centrale e promozione delle interconnessioni (corridoi ecologici);
- tutela delle specie minacciate e della diversità biologica;
- promozione degli interventi di conservazione e di recupero degli ecosistemi;
- promozione degli interventi di riduzione dei rischi derivanti dall'introduzione di specie naturali allojene;
- riequilibrio sociale ed economico degli ambiti territoriali protetti delle aree interne e della fascia costiera attraverso azioni finalizzate alla creazione di sistemi territoriali integrati;
- realizzazione di reti di promozione dell'offerta attraverso azioni di informazione, divulgazione, commercializzazione di beni e servizi.
- recupero ambientale delle aree antropizzate;
- regolazione delle modalità d'uso delle risorse primarie, sviluppo della ricettività diffusa;
- formazione di nuove competenze e capacità progettuali e gestionali in ambito ambientale;
- promozione e sostegno delle attività di educazione ambientale anche tramite i laboratori ambientali;
- misure di formazione del personale degli enti territoriali coinvolti in tematiche ambientali.

Dunque, riconoscibilità e visibilità dei parchi rappresentano i nodi cardine della vicenda aree protette. L'incremento delle superfici protette potrebbe rappresentare un indicatore quantitativo di sostenibilità, ma ciò che più interessa è verificare la reale percezione dei parchi da parte della popolazione. Il parco va interpretato come Ente di riferimento, non solo sulla carta, per le esigenze di tutela e salvaguardia dei beni naturali connesse alle esigenze di sviluppo, in altri termini va letto come l'Ente che può garantire l'attuazione di politiche di pianificazione territoriale basate su strategie di protezione, sviluppo, equilibrio.

## I FITOFARMACI E LE ACQUE POTABILI

### Potenziale presenza di fitofarmaci nelle acque di falda.

**P**er molti anni è stata largamente ignorata la possibilità di contaminazione delle acque di falda da parte dei prodotti chimici di sintesi.

L'ipotesi che lo strato superficiale del terreno funzioni sempre come un efficiente mezzo di purificazione condusse alla conclusione che non era ragionevolmente prevedibile che si potesse verificare una penetrazione di inquinanti fino a raggiungere le acque di falda.

Tuttavia studi recenti sulla contaminazione delle acque hanno destato preoccupazioni sul potenziale pericolo che il fenomeno possa avere influenza sulla qualità dell'acqua potabile. In contrasto con le ipotesi precedenti, la qualità delle acque di falda può essere influenzata dalle attività umane, in particolare dall'uso dei prodotti organici.

Sotto certe condizioni climatiche e pedologiche, infatti, alcuni prodotti organici mostrano mobilità e persistenza nel suolo sufficienti a raggiungere le acque profonde.

La recente scoperta di alcuni fitofarmaci, di oli minerali, di idrocarburi alogenati in varie acque di falda di molti Paesi evidenzia che il fenomeno ormai è abbastanza diffuso e trae origine dai residui di qualunque attività che l'uomo eserciti sul territorio.

Nella pratica agricola una parte di fitofarmaci raggiunge il terreno; anche quando il prodotto è applicato alle piante, il terreno costituisce il deposito principale ed il sito di potenziale degradazione. Pertanto il destino di un fitofarmaco nel suolo ha costituito sempre un inte-

resse predominante e viene studiato a fondo. La possibilità che un prodotto, dopo aver raggiunto la superficie ed essere penetrato nel suolo, rimanga nel posto ove è stato applicato oppure venga continuamente ridistribuito fra le fasi solide, liquide e gassose, dipende dalla concentrazione del composto e dai suoi coefficienti di distribuzione fra le varie fasi. Se il terreno fosse una matrice inerte, come il quarzo, i parametri fisico-chimici di un composto, quali la solubilità in acqua e la tensione di vapore, sarebbero i fattori principali in grado di regolare i processi di trasporto nel terreno.

Tuttavia, poiché il terreno è un miscuglio complesso di materiale organico e di componenti inorganici che mostra un potere adsorbente molto variabile nei riguardi dei prodotti organici, i processi di adsorbimento, come pure i parametri fisico-chimici, esercitano un ruolo chiave nel determinare la mobilità ed anche la degradabilità di una sostanza nel suolo.

I fattori che influenzano il passaggio dei fitofarmaci nelle acque di falda sono:

- **Struttura del sistema suolo-sottosuolo-acque di falda.**

A contatto con il suolo molti fitofarmaci vengono legati tenacemente alle particelle di terreno ed in particolare nei terreni che hanno un alto contenuto di materiale organico; pertanto, essi difficilmente passeranno nelle acque di falda.

Nella zona ove si sviluppano le radici vi è inoltre un enorme potenziale atto a degradare i prodotti chimici secondo processi sia biologici sia chimici, cosicché i residui di molti composti non sono più rilevabili negli strati più profondi. La compattezza e la natura dello strato di terreno al di sotto delle radici è molto variabile. Nelle aree dove questo strato è compatto ed ha un alto contenuto di materiale organico e di argilla, vi è una scarsa probabilità di contaminazione delle acque. D'altra parte, dove l'acqua potabile è vicino alla superficie e lo strato inferiore a quello delle radici è costituito principalmente da sabbia e ghiaia, sussistono probabilità maggiori di contaminazione delle acque.

- **Proprietà chimiche del terreno.**

Esse sono importanti nel determinare come verrà degradato e trasportato il prodotto nelle varie zone del sistema suolo-sottosuolo-acque di falda.

La forza del legame che fissa in modo fisico o chimico il composto al terreno può cambiare con il tempo. Per esempio, gli acidi carbossilici applicati al terreno sono mobili all'inizio, ma successivamente si legano al terreno e non hanno più la possibilità di passare negli strati profondi.

- **Influenza delle piogge e delle pratiche di irrigazione.**

Nei terreni sabbiosi, il percolamento dei prodotti chimici solubili in acqua viene favorito nei periodi di pioggia insistenti. Anche l'irrigazione, specialmente nelle zone aride e su terreni sabbiosi, può accrescere il rischio di contaminazione delle acque profonde da parte dei fitofarmaci. Da quanto esposto sopra, è chiaro che molte variabili influiscono sul percolamento dei prodotti chimici verso le acque di falda. Sono sostanziali le interazioni fra queste variabili e quindi è difficile fare delle previsioni generalizzate sull'influenza di qualunque variabile presa isolatamente dalle altre. Ovviamente l'eventualità di una contaminazione delle acque di falda può verificarsi quando le particolari caratteristiche del prodotto chimico e le condizioni di campo agiscono in una certa direzione.

## ELEMENTI DI SANIFICAZIONE AMBIENTALE NELLA PROVINCIA DI SALERNO

I popolamento degli organismi viventi dell'ambiente epigeo è condizionato dalle modificazioni ambientali, soprattutto pedoclimatiche; quello dell'habitat ipogeo, al contrario, è

più stabile e duraturo nel tempo. Da ciò si evince che gli equilibri biologici del terreno, una volta alterati, sono più difficili da riedificare e in tempi più lunghi.

Le cause di queste rotture sono ricollegabili, soprattutto, alla monocoltura e alle agrotecniche sempre più indirizzate verso lo sfruttamento dei suoli, a vantaggio delle produzioni. Tra gli organismi viventi del terreno quelli facenti parte della mesofauna sono certamente importanti per la vita del suolo ma meno rappresentati in termini numerici di quelli della microfauna quali: nematodi, funghi, virus, batteri etc.

L'insieme di questi microrganismi svolge un ruolo importantissimo nella vita del terreno che va dall'umificazione della sostanza organica a danni ingentissimi alle colture agrarie che possono essere esaltati dalla loro contemporanea presenza. Classiche sono le associazioni di tipo sinergico tra nematodi e funghi o tra nematodi e batteri che, tra l'altro, determinano anche eziologie molto complesse.

In alcuni areali dell'Italia meridionale ed insulare, ed in Campania principalmente nelle province di Napoli, Caserta e Salerno, per gli indirizzi colturali e per le condizioni pedoclimatiche più favorevoli, soprattutto in ambiente protetto dove sono coltivate le colture più ricche, è divenuta normale prassi colturale l'utilizzo di prodotti chimici ad azione fumigante per abbassare i livelli di popolazione degli organismi del suolo dannosi alle colture al di sotto della soglia di danno. L'impiego di fumiganti ha riscontrato consensi non soli per la sicurezza del risultato atteso ma anche e soprattutto per gli effetti collaterali susseguenti alle modificazioni della microflora e microfauna del terreno e alla disponibilità di azoto di pronta assimilazione che incentiva lo sviluppo delle piante.

A tali vantaggi nell'immediato non vanno sottovalutati nel tempo una serie di effetti indesiderati che sono riconducibili a:

- cambio di danno, con sostituzione della specie bersaglio con altra, anche secondaria, che non rappresentava alcun problema;
- effetto "boomerang" o di "ritorno" da parte di individui sfuggiti al trattamento che ricolonizzano velocemente il terreno mostrando maggiore aggressività verso la coltura;
- fitoincidenza dei trattamenti, attraverso una stentata crescita delle piante per problemi di fitotossicità e non legati alla presenza del parassita.

Come pure non va sottovalutato che nel terreno esistono situazioni di equilibrio dovute soprattutto a fenomeni di antagonismo perciò, a volte, un determinato fitofago o una certa malattia si manifesta in forma assai lieve; in dette situazioni di stabilità l'impiego dei fumiganti può essere inadeguato.

Tra i diversi formulati chimici dell'ultimo ventennio (1,3 dicloropropene, metam-sodium, dazomet, bromuro di metile) quello maggiormente impiegato è stato il Bromuro di metile. Tale biocida, però, poiché ritenuto responsabile della formazione del buco dell'ozono, è stato recentemente sottoposto a restrizioni di uso che culmineranno con la soppressione dal commercio nel 2005. Negli anni si è notata una certa perdita di efficacia dei fumiganti, dovuta all'incremento di microrganismi in grado di degradare i p.a., che ha indotto gli operatori agricoli ad innalzare gradualmente le dosi di impiego elevando così il rischio di infiltrazione delle acque di falda di alcuni elementi come cloro, sodio e bromo.

È questo un aspetto che riveste una notevole importanza anche dal punto di vista agronomico per l'innalzamento del contenuto di sali solubili nelle acque di irrigazione. Un'acqua è considerata molto buona, quindi adatta a qualsiasi coltura, quando la concentrazione salina non supera i 175 mg/l, inadatta quando supera i 1400 mg/l (Tabella 1).

**TABELLA 1** - Valori della concentrazione salina e del contenuto in alcuni elemento utili per la valutazione delle acque di irrigazione.

<b>Qualità dell'acqua</b>	<b>Conduttività elettrica</b> (millimhos/cm)	<b>Concentrazione salina</b> (ppm)	<b>Sodio</b> (% dei sali tot.)	<b>Boro</b> (ppm)
<b>Molto Buona</b>	<b>&lt; 0,250</b>	<b>&lt; 175</b>	<b>&lt; 20</b>	<b>&lt; 0,33</b>
<b>Buona</b>	<b>0,250 - 0,750</b>	<b>175 - 525</b>	<b>20 - 40</b>	<b>0,33 - 0,67</b>
<b>Mediocre</b>	<b>0,750 - 2,00</b>	<b>525 - 1400</b>	<b>40 - 60</b>	<b>0,67 - 1,25</b>
<b>Inadatta</b>	<b>&gt; 2,00</b>	<b>&gt; 1400</b>	<b>&gt; 60</b>	

Tale problema è acuito da un'altra tecnica colturale attuata in maniera scriteriata rappresentata dalle concimazioni, azotate spinte.

È improponibile allo stato delle cose, per la maggior parte dei segmenti agricoli la soluzione di recuperare le acque piovane attraverso le vasche di raccolta o di utilizzare impianti ad osmosi inversa.

Per questa serie di motivi gli indirizzi attuali della ricerca sono rivolti allo studio di altre tecniche sostitutive della fumigazione e soprattutto nello sfruttamento del calore secco (solarizzazione dei terreni) o umido (vapore); nelle colture fuori suolo, etc.

Attualmente in alcuni areali come l'agro nocerino-sarnese e la zona floricola pedemontana vesuviana si stanno pagando le conseguenze dell'applicazione scriteriata dei fumiganti da cui l'esigenza di trovare vie per recuperare agronomicamente detti terreni e di riflesso la qualità delle acque. La via da perseguire per il raggiungimento di tale obiettivo è senza dubbio il recupero biologico dei terreni, attraverso l'impiego della sostanza organica.

Tale via sembra l'unica alternativa realizzabile, considerato l'impossibilità di attuare il riposo del terreno, anche se i risultati sono raggiungibili in maniera graduale e quindi in tempi lunghi. In altre parole le sostanze organiche dovrebbero essere applicate non come intervento eccezionale ma con una programmazione costante nel tempo.

In tal modo si consegue l'obiettivo dei cambiamenti in positivo, tendenti al riequilibrio dei costituenti la biomassa a tutto vantaggio delle colture agrarie ed inoltre con un arricchimento del contenuto di sostanza organica nei terreni si evita anche la veloce percolazione di inquinanti nelle acque di falda.

## BIBLIOGRAFIA

**V. VIZIOLI** (1997) - La Fertilizzazione Organica in Agricoltura Biologica. Mediterraneo, 4: Pag. 70-77.

**M. MAIORANA** (1998) - Interramento dei residui colturali del frumento duro. Informatore Agrario, 18: Pag. 41-45.

**GUET G.** (1997) - Agricoltura Biologica Mediterranea. Edagricole, Bologna, 1997.

**ABDUL-BAKI A.A. E TEASDALE J.R.** (1994) - Il pomodoro da mensa su pacciamatura verde. Atti dell'incontro tecnico su "Il controllo delle erbe infestanti con mezzi non chimici", Gemona del Friuli, 1 dicembre 1994.

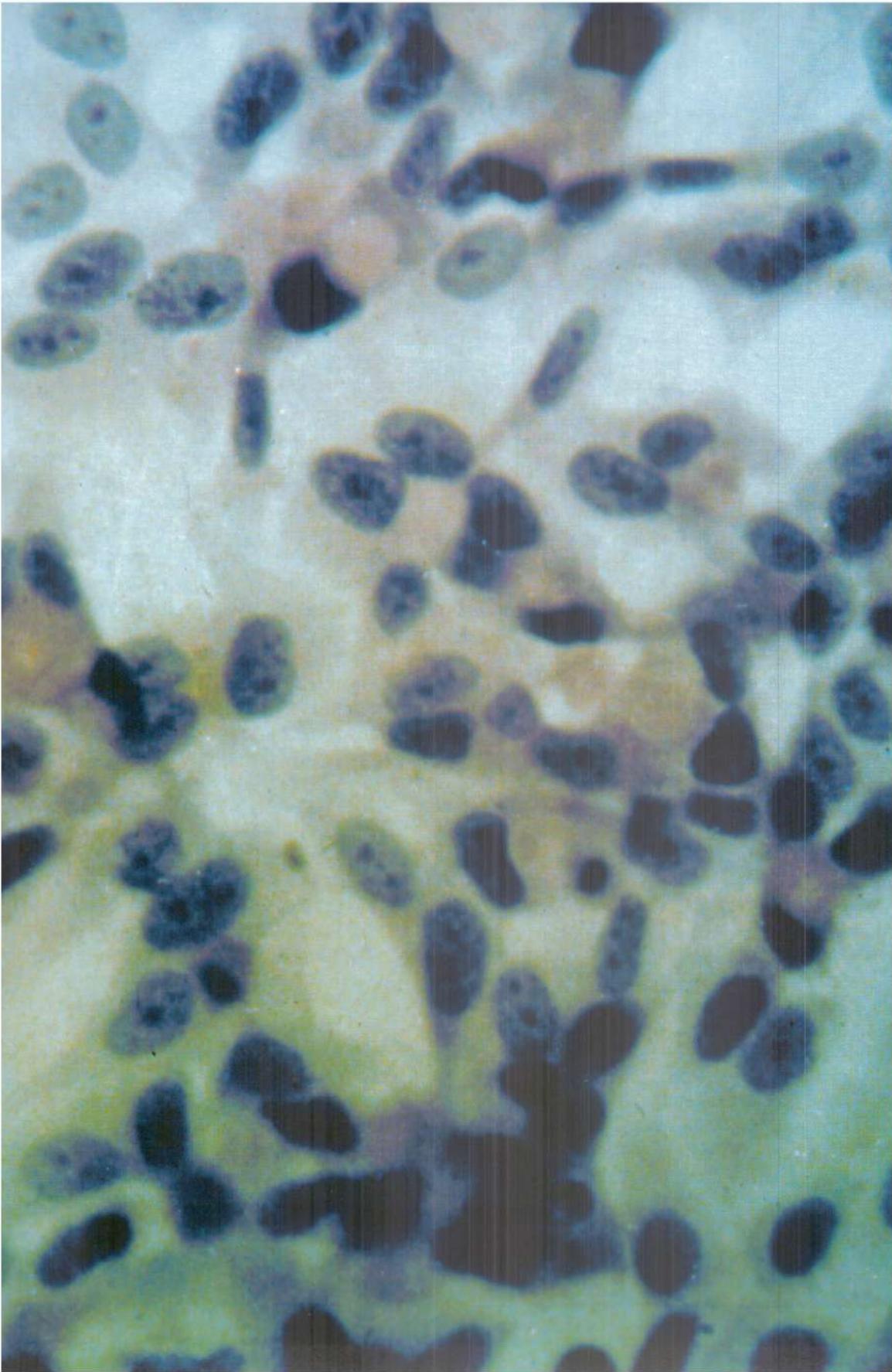
**COSTANTINI E.** (1995) - Sostanza Organica: Conti e Bilanci. Agricoltura Biologica, Supplemento al Notiziario Ersu N. 5, IX-X/95.

**SANTAMARIA P.** (1999) - Pericolo per la salute umana a valore aggiunto per gli orticoltori - Istituto di Agronomia Generale e Coltivazioni Erbacee - Università di Bari.



Inquinamento  
Microbiologico Ambientale

Giulio Tarro  
Ciro Esposito



## INTRODUZIONE

I virus sono i peggiori nemici naturali del genere umano, non possono essere dominati e bisogna imparare a conviverci, poiché la loro forza viene dalla loro varietà e dalla capacità di modificarsi.

Erano presenti sul nostro pianeta milioni di anni prima dell'uomo e le variazioni climatiche, con il conseguente scioglimento dei ghiacciai, potrebbero riportare alla luce organismi antichi, rimasti intrappolati e quindi inerti.

Inoltre, il riscaldamento medio della terra anche solo di un paio di gradi, potrebbe stimolare l'attività degli insetti portatori di virus.

Ogni giorno, virus, batteri, miceti ed altri pericolosi microrganismi si evolvono e diventano sempre più resistenti; nuovi e sconosciuti agenti patogeni giungono da paesi di tutto il mondo attraverso il commercio globale, il turismo, i fenomeni migratori. Le montagne di spazzatura lasciate a marcire per le strade sotto un caldo sole aumenta il rischio di salmonellosi. Finirà che ci vestiremo come gli operatori ecologici: ci libereremo delle tute in un'area di sicurezza. Le auto di passaggio schiacciano i sacchetti della spazzatura disseminati sul selciato, riducendoli a una patina di melma maleodorante. I cassonetti in fiamme liberano un fumo tossico. L'aria è resa irrespirabile dal processo di decomposizione della spazzatura e dagli incendi volontari che aggravano la situazione. Uno studio pubblicato su "Lancet", una autorevole rivista scientifica, registra un incremento dei tumori, liquidi e solidi, di cirrosi epatiche, di patologie della tiroide nell'area Vesuviana.

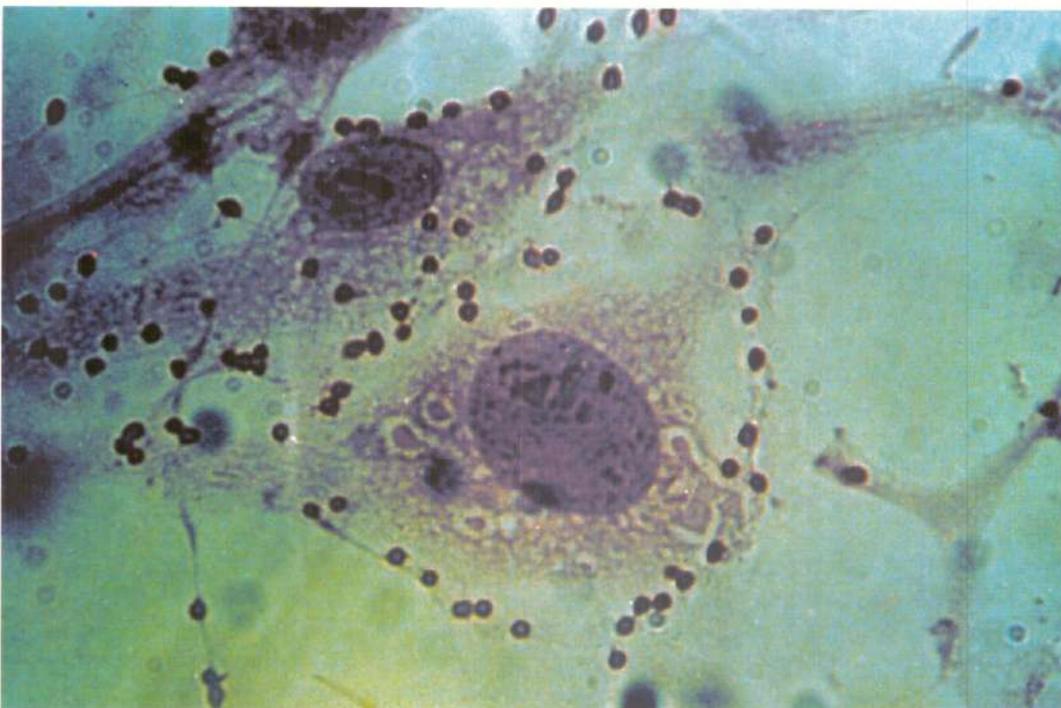
## ECOLOGIA DEI VIRUS

Dal momento che l'epidemiologia delle infezioni virali dei vertebrati coinvolge la diffusione del virus tra individui di una popolazione, è essenziale conoscere i meccanismi di liberazione o escrezione del virus e le modalità con cui altri individui possano acquisire l'infezione. La conoscenza di entrambi dipende dalla nostra comprensione della patogenesi delle infezioni virali. Basandosi sulle modalità di diffusione, le malattie virali possono essere classificate come respiratorie, enteriche, trasmesse da insetti, ecc. e ciò ha portato alla definizione di gruppi di virus basata su criteri epidemiologici piuttosto che fisiologici. Bisogna tenere presente la definizione di infezione virale, come condizione che si ha per l'azione di virus che penetrano nei corpi e vi si moltiplicano, e distinguerla dalla malattia virale che si attua quando si ha un'alterazione morbosa dell'organismo e che si può accompagnare all'infezione senza essere però tassativamente conseguenziale: così si possono comprendere molti casi di malattie infettive acute clinicamente inapparenti, nonché le infezioni latenti croniche e le malattie endogene. Un'altra distinzione da tenere presente per una migliore comprensione della ecologia virale è quella tra malattia infettiva, che è effetto di una infezione, e malattia contagiosa che per sua natura si comunica ad altri per varie vie.

## HABITAT DEI VIRUS

Il luogo della maggiore frequenza, l'habitat dei virus è rappresentato in primo luogo dagli esseri viventi, malati o portatori, sorgenti d'infezione per individui della stessa o di altre specie vicine o lontane, e in secondo luogo, e solo temporaneamente, dall'ambiente inanimato: atmosfera, acque, terreno. I virus che si contraggono per tramite dell'acqua, dell'aria o del terreno, si trovano in questi ambienti per puro accidente e sono destinati, a non sopravvivervi, se dura a lungo la loro permanenza in tali condizioni.

L'aria rappresenta soprattutto un mezzo molto efficace nel trasporto, cioè nella diffusione e propagazione dei virus: lo documenta la diffusione aerea del contagio delle malattie esantematiche, della influenza<sup>(Fig. 1)</sup> ecc. sia che i virus abbiano la possibilità di resistere all'essiccamento, in modo da potersi sollevare col pulviscolo.



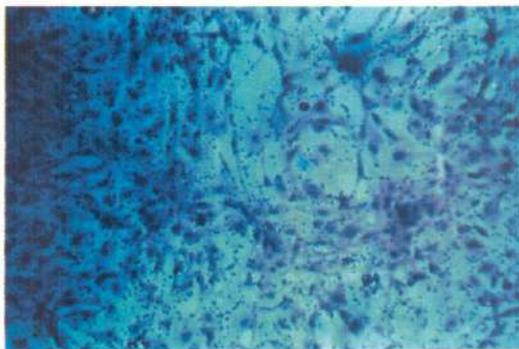
1. Poxvirus (virus del vaiolo) ECP su cellule HEp2 (cellule del Carcinoma Epidermoide della laringe).

Le acque naturali, inquinate, gli alimenti, specialmente le verdure e gli ortaggi conciliati con materiali di pozzi neri infetti, gli oggetti di vestiario o di qualsiasi altro genere, possono essere di rado sorgenti di infezione e in ogni caso per breve tempo.

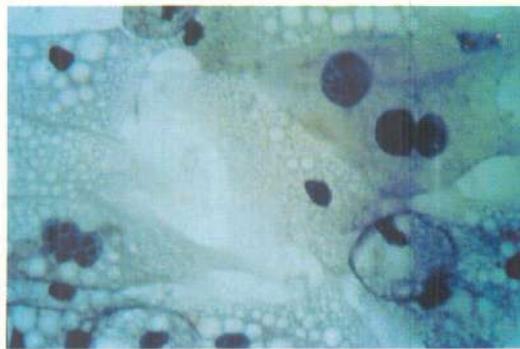
Le ricerche di Huebner e coll. sull'ambiente rurale del Maryland hanno dimostrato che topi infetti da virus del polyoma (un virus oncogeno) possono trovarsi in abbondanza nei granaia e nei mulini. Il virus è stato anche dimostrato nel grano e nei nidi di topi nei quali è stato documentato un movimento immunitario specifico. Poiché il virus del polyoma è molto resistente (esso sopravvive a 37°C per lunghi periodi), il suo accumulo nel grano potrebbe essere consistente.

La trasmissione di qualsiasi infezione da un soggetto a un altro implica innanzitutto la escrezione di particelle infettanti nell'ambiente, e la presenza di fattori ambientali che promuovono un trasferimento efficace. I meccanismi considerati sono condizionati dall'ospite, dall'agente infettivo e dall'ambiente fisico e sociale. Il controllo dell'ospite è elucidato dall'osservazione che alcuni individui infetti eliminano un gran numero di particelle virali infettanti mentre altri ne eliminano pochissime.

Studi approfonditi sono stati fatti per l'influenza<sup>(Fig. 2)</sup> e la rosolia<sup>(Fig. 3)</sup> e, mentre le vere ragioni che implicano i fattori determinanti di queste variazioni a livello cellulare sono tuttora oscure, questa constatazione di per sé potrebbe spiegare il perché alcune epidemie talora scoppiano in un gruppo di reclute al contrario di un altro gruppo che viene risparmiato.



2. EMOadsorbimento positivo da Myxovirus.



3. Virus della Rosolia ECP su cellule renali di scimmia.

## VIRULENZA

La virulenza, ossia la capacità di un virus di attecchire nell'organismo e sviluppare la malattia è una qualità che generalmente si esalta nei successivi passaggi da un individuo ad un altro.

Col cambiamento di specie dell'ospite si può avere nei successivi passaggi diminuzione anziché aumento di virulenza: così il virus della rabbia passato nel coniglio si esalta in virulenza per il coniglio; mentre la perde quasi completamente se passato nella scimmia. Il virus rabbico del cane, passato nel cervello del coniglio e divenuto "virus fisso" perde quasi tutta la sua virulenza per via sottocutanea nell'uomo, divenendo, appunto per questo, adatto per la vaccinazione antirabbica. In condizioni naturali, come in quelle sperimentali, la via di ingresso o di inoculazione di un virus in un organismo ospite può avere una influenza decisiva sull'esito dell'infezione.

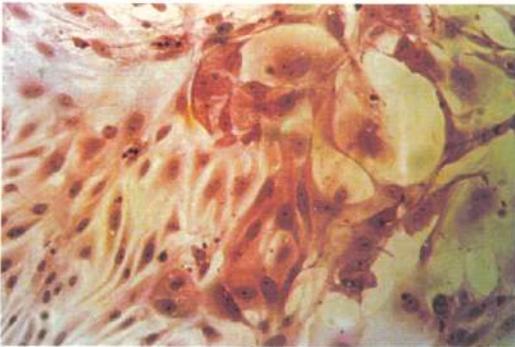
## MEZZI DI TRASMISSIONE VIRALE

Le varie specie di virus parassiti degli animali si trasmettono da individuo infetto a individuo sano con modalità diverse. I meccanismi che possono verificarsi sono i seguenti:

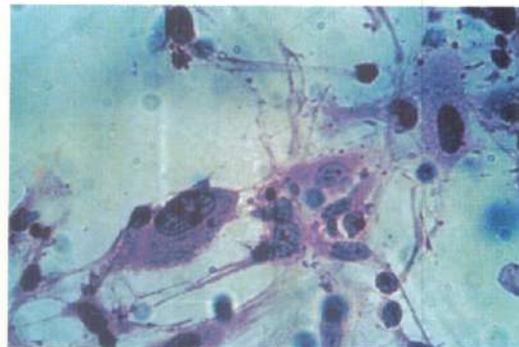
- a) trasmissione per contatto, diretto o indiretto (attraverso l'aria, o indumenti, biancheria, ecc.);
- b) trasmissione per contaminazione di cibi o bevande;
- c) trasmissione per opera di un artropodo vettore che costituisce l'ospite intermedio.

Così alcune malattie come il vaiolo<sup>(Fig. 4-5)</sup>, la varicella, il morbillo sono estremamente contagiose e si trasmettono da malato a sano per contatto o attraverso l'aria. Poche malattie virali sono trasmesse, invece, per via idrica: per esempio l'epatite virale, (che tuttavia è per lo più trasmessa per contatto). Pochi virus si diffondono attraverso gli alimenti: alcune epidemie di poliomielite<sup>(Fig. 6)</sup> da latte inquinato, e di epatite.

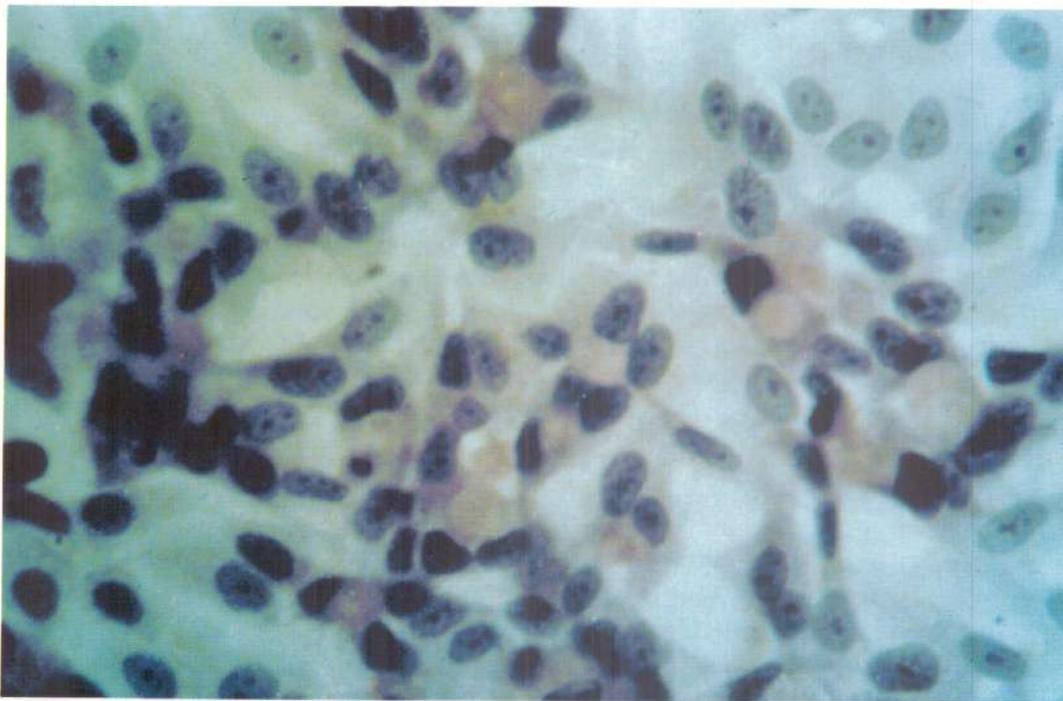
Molte virosi sono trasmesse da artropodi vettori del virus, soprattutto zanzare, acari, mosche e zecche. Questi artropodi possono rimanere infettanti per tutta la vita e possono in alcuni casi trasmettere la infezione attraverso le loro uova in modo da perpetuare la malattia per diverse generazioni.



4. Emoagglutinazione positiva da virus influenzale.



5. Emoagglutinazione positiva da virus influenzale.



6. Virus della Poliomielite ECP su monostrato di cellule renali umane.

## VIRUS INFLUENZALI

Si distinguono i seguenti tipi:

- 1) sottogruppo A che comprende vecchi ceppi SW (influenza suina) e PR8 ed anche i virus diffusi sino al 1946;
- 2) sottogruppo A1, già detto A', che comprende i ceppi diffusi dal 1946 al 1957 (in particolare l'FM - I);
- 3) sottogruppo A2 che comprende i ceppi asiatici e quelli presentatisi dopo il 1957.  
Sono state osservate anche variazioni nel tipo B: il prototipo Lee e quelle del 1945, 1952 e 1954-55; esse, però, hanno minore importanza rispetto al problema che sarà qui tratteggiato.

I ceppi diffusi in alcuni anni possono presentare anche relazioni con quelli di altri anni. Le persone più giovani presentano anticorpi (cioè sostanze protettive) diretti verso gli antigeni (ossia sostanze che stimolano la produzione di anticorpi) più importanti dei ceppi con i quali sono venuti a contatto. Con il progredire dell'età si osserva una immunità a più largo spettro che si riflette negli anticorpi polivalenti che si acquistano attraverso il contatto con numerosi antigeni primari e secondari presenti nei ceppi che si incontrano nel corso degli anni successivi.

Ma ogni contatto successivo con un virus influenzale di tipo A comporta non solo degli anticorpi strettamente caratteristici, bensì anche un aumento di quelli diretti verso il ceppo responsabile della prima infezione influenzale del soggetto (fenomeno di Davenport o dottrina del "peccato antigenico originario").

In tal modo, l'immunizzazione verso un determinato ceppo, diffuso in una determinata epoca, comporta progressivamente una crescente difficoltà alla sua ulteriore distribuzione e crea il vantaggio selettivo, per una qualche variante del virus, di moltiplicarsi e diffondersi. I nuovi ceppi saranno in condizioni di moltiplicarsi negli ospiti, indipendentemente dal fatto che questi abbiano avuto o non un'esperienza immunologica coi ceppi precedenti. Come risultato di ciò, si avrà che, poco dopo l'apparizione di un nuovo tipo, le vecchie forme scompariranno e la nuova famiglia diverrà dominante per un periodo che, in linea generale copre 10-20 anni, nel quale si assiste, per la comparsa di variazioni antigeniche minori, alla suddivisione di questa in vari sottotipi.

L'affioramento di un nuovo ceppo epidemico può, quindi, essere considerato come un processo di sviluppo interessante le caratteristiche del ceppo e la suscettibilità della popolazione. Affinché un ceppo abbia un'ampia distribuzione, le sue caratteristiche antigeniche devono far sì che esso sfugga alla neutralizzazione da parte degli anticorpi dell'ospite e della popolazione circostante. Così le manifestazioni epidemiche si potranno verificare con quei ceppi che possiedono antigeni dominanti che si adattano alla deficienza, o meglio, alle assenze anticorpali della popolazione. Sembra, in conclusione, che il virus influenzale A mostri una capacità ed un'attitudine alla sopravvivenza che si articola sulla possibilità di comparsa di nuovi modelli antigenici che consentono al virus di diffondersi facilmente attraverso popolazioni ancora parzialmente immuni a precedenti forme antigeniche. Secondo questo modo di vedere, le variazioni dei virus influenzali A possono essere concepite in senso unitario, nell'ambito di un principio e di uno svolgimento evolutivistico, da Burnet detto "immunological drift" o sterzata immunologica. È molto importante ricordare che è stata dimostrata la presenza di anticorpi verso i più recenti ceppi asiatici del 1957 (A2) proprio nel segmento più vecchio della popolazione attuale:

nell'influenza asiatica si sono evidentemente ripresentati ceppi con caratteri antigenici dominanti, diversi da quelli che avevano caratterizzato gli anni più o meno precedenti, ma simili a quelli dei ceppi diffusisi molto prima (Pandemia 1889-90)

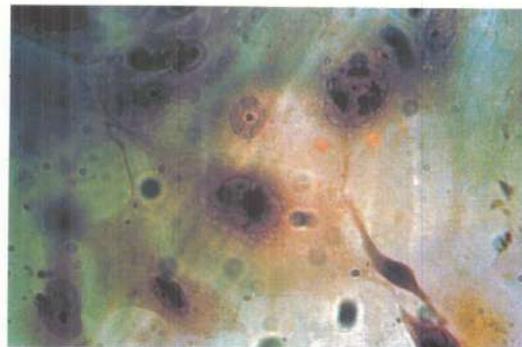
È dubbio se questo fenomeno possa essere ascritto alla nuova diffusione di questi ceppi che, per tutto il periodo intervallare, erano circolati in eventuali ospiti animali di riserva (Davoli), o se, piuttosto, esso dipenda dal fatto che il numero di variazioni antigeniche maggiori compatibili con la possibilità di diffusione è limitato e che, di conseguenza, presto o tardi si debbono ripresentare forme già circolate in epoche precedenti (Burnet).

Si ha ragione di ritenere che il fenomeno dell'“immunological drift” non sia caratteristica soltanto dei virus influenzali.

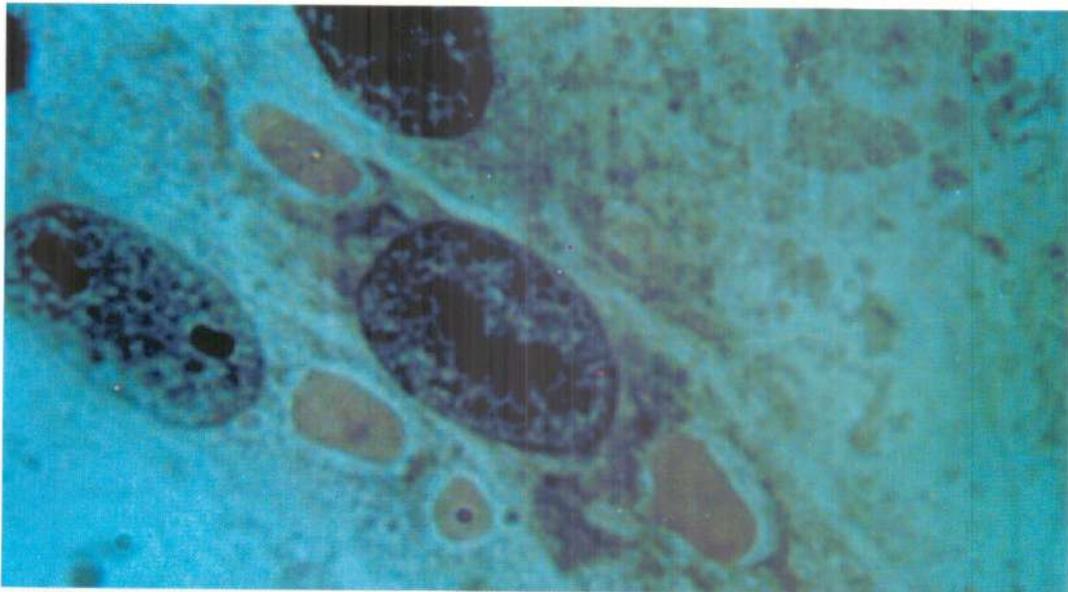
Gli Adenovirus (virus per lo più dell'apparato respiratorio)<sup>(Fig. 7-8)</sup> e gli Enterovirus (virus del tubo intestinale)<sup>(Fig. 9)</sup>, con tutti i loro sierotipi debbono trovare un reale vantaggio per la sopravvivenza nella molteplicità delle loro varianti.



7. ECP da Adenovirus in cellule HeLa (carcinoma epitelioide della cervice umana).



8. ECP da Adenovirus in cellule HeLa (carcinoma epitelioide della cervice umana).



9. Inclusioni citoplasmatiche eosinofile da Reovirus.

## CONDIZIONI IGIENICHE E SANITARIE DI UNA CITTÀ DOLENTE

### Il colera a Napoli

**P**rendiamo lo spunto dall'epidemia di colera, che è iniziata una decina di anni fa in Indonesia e si è quindi diffusa in India e in Africa, per arrivare infine a noi, ha portato all'ordine del giorno non solo gli aspetti biochimici, immunologici e clinici della malattia, ma anche quelli epidemiologici e le condizioni igieniche e sanitarie che hanno permesso l'attecchimento del vibrione del colera in alcune regioni italiane e hanno minacciato la sua persistenza a carattere endemico.

Il fine è quello di sottolineare la situazione reale che è stata alla base dell'insediamento del colera, utilizzando le osservazioni fatte a tale proposito a Napoli ed in Campania. Nel mettere a fuoco tale infezione che è scoppiata improvvisamente, ma non inaspettatamente, se si tengono presenti le condizioni igieniche da zone sottosviluppate dove il vibrione ha trovato il suo vero habitat agendo come effetto risultante di una situazione sanitaria precaria, si può avere la presunzione che le considerazioni seguenti possano contribuire a meglio delucidare i dati e a rafforzare gli studi per prevenire e trattare tempestivamente questa come altre infezioni.

In questa panoramica verranno tralasciati sia gli aspetti sociali e occupazionali che quelli urbanistici ed igienici generali, per evitare dispersioni d'argomento e per concentrarsi sul tema principale che riguarda le carenze sanitarie.

Le fonti d'informazione, talora difficili da consultare, tra l'altra difettose d'aggiornamento, sono state fornite dalla stampa locale e nazionale e soprattutto dall'Annuario di statistiche sanitarie dell'Istituto Centrale di Statistiche. Per varie cause analizzate successivamente, si deve supporre che il numero dei casi di malattie infettive denunciate in Campania, non rispecchia che solo parzialmente la situazione reale di queste malattie nella regione campana: molti casi sfuggono alla denuncia sia perché si presentano con sintomi anomali, specialmente nei bambini, sia perché il pronto intervento con antibiotici e chemioterapici modifica la sintomatologia e non porta il medico ad una diagnosi sicura dell'affezione; altri casi sfuggono per un erroneo concetto dato al termine di denuncia. Se si prende la febbre tifoide come malattia infettiva paradigmatica di una determinata situazione sanitaria, per quel che riguarda i meccanismi di diffusione, simili peraltro a quella della passata epidemia colerica, si nota che tale infezione è data per lo più dalla dispersione senza controllo di sostanze fecali umane e dalla mancanza di impianti di depurazione al termine della rete fognaria: questi materiali diffondono infatti gli agenti patogeni che essi veicolano, le salmonelle o i vibriani, nell'ambiente di vita dell'uomo, contaminando il terreno e le acque; così il contagio si diffonde a tutto ciò che viene irrigato e fertilizzato con acque inquinate, come gli ortaggi oppure particolari alimenti, come i molluschi eduli, per esempio le cozze, che vengono ingeriti crudi o altri, come il latte ed i gelati, per impropria preparazione e/o trattamento.

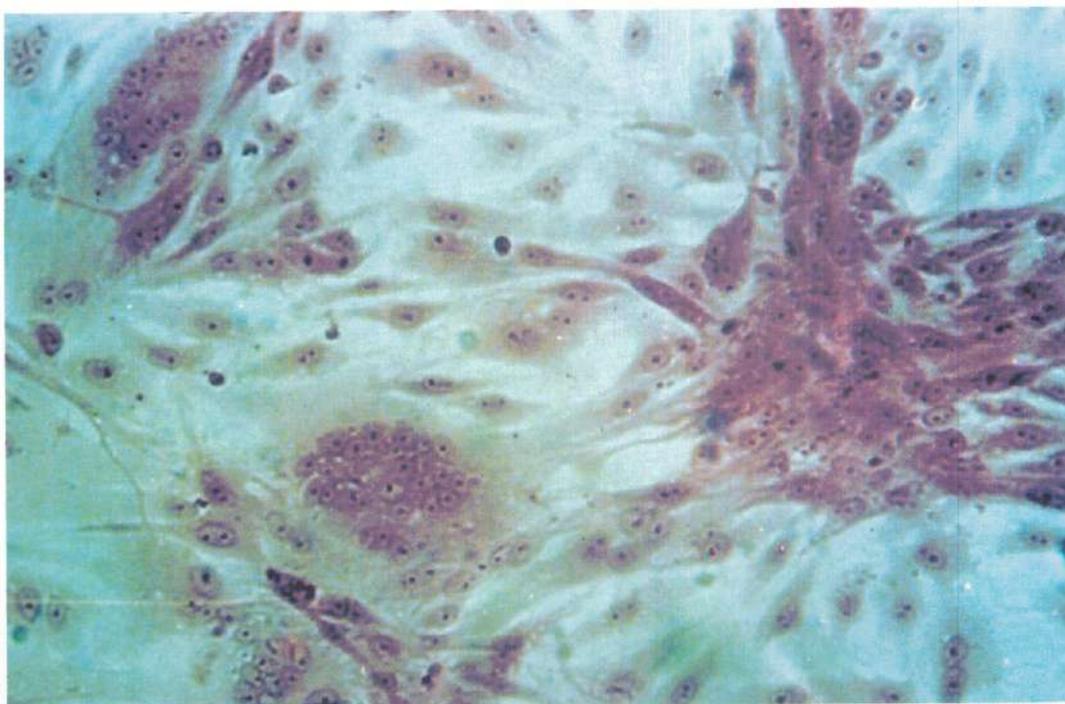
Anche l'acqua potabile è stata talvolta origine di epidemie "idriche" sia per una cattiva protezione delle sorgenti, sia per difetti degli acquedotti, sia perché la rete di distribuzione cittadina presentava difetti e la sua acqua veniva contaminata da scoli luridi provenienti da falle delle fognature. Infine nelle case in precarie condizioni, prive di servizi igienici e spesso anche di acqua corrente, in abitazioni costituite per lo più da un solo vano o in ambienti sovraffollati (es. i "bassi"), parecchi casi di febbre tifoide, e allora di colera, possono essere addebitati a contagio diretto da soggetti malati o da portatori.

A suo tempo l'infezione colerica ha trovato il suo pabulum a Napoli "quite possibly Italy's filthiest city" (Time, Sept 17; 1973). Anche se il 70% delle vittime ha mangiato cozze crude prima di ammalarsi, anche se la malattia è stata importata dalla Tunisia, il vero habitat, il luogo di elezione dove i vibrioni si moltiplicano, è rappresentato dall'uomo: le feci dei malati e dei portatori sono state convogliate senza essere depurate nelle acque inquinate della baia di Napoli - il vibrione del colera è stato isolato in campioni prelevati nelle fogne, dove le cozze lo hanno concentrato. I mitili inquinati sono stati quindi a loro volta sorgente d'infezione dall'ambiente all'uomo. Il circolo vizioso uomo-fogne-alimenti è stato anche responsabile dei numerosi casi d'infezione colerica ricoverati all'Ospedale Cotugno di Napoli, come d'altra parte dei casi di febbre tifoide, e d'epatite virale a Napoli.

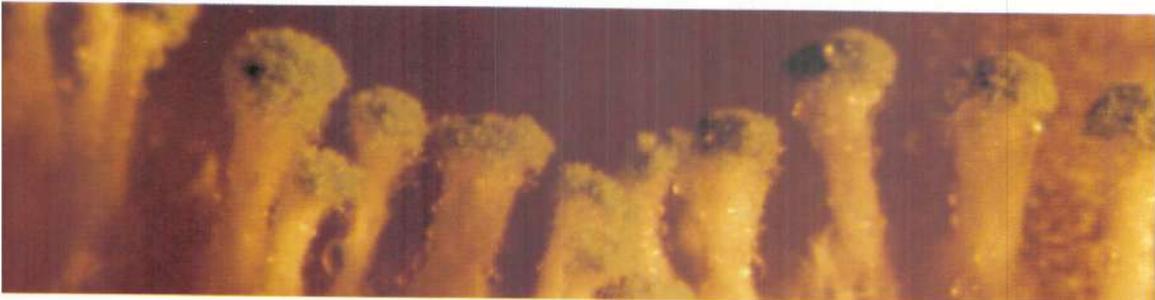
Nel considerare l'elevato indice di mortalità avuto durante la epidemia colerica in Campania (circa il 10% dei casi positivi per la presenza del vibrione), non si può prescindere dalle attuali conoscenze patogenetiche della malattia che hanno permesso, nelle zone dove il colera è endemico, una mortalità dieci volte inferiore. Si sa che l'abbondante diarrea del colera è causato da una tossina prodotta dal vibrio cholerae; la tossina si lega specificamente ai gangliosidi delle membrane cellulari dei villi intestinali e stimola l'enzima adenilato ciclasi che a sua volta causa la produzione in eccesso di adenosinmonofosfato (AMP) ciclico che induce l'ipersecrezione di acqua e sali caratteristici della malattia (Science, 179, 552, 1973). Utilizzando queste conoscenze patogenetiche, la somministrazione per via orale di soluzioni di glucosio, che facilita l'assorbimento intestinale, di cloruro di sodio, di cloruro di potassio e di bicarbonato di sodio, ha curato nel Bangladesh molti più casi di colera che la terapia tradizionale parenterale, riservata solo all'inizio agli ammalati più gravi, e l'indice di mortalità si è mantenuto molto basso.

## CONCLUSIONI

A questo punto dovremmo trarre delle conclusioni di ordine generale ed eventualmente prospettare delle soluzioni, ma non è questo il nostro compito, bensì quello di riportare i dati nella loro crudezza e realtà. Perché il colera non ritorni, perché non ci siano quegli indici spaventosi di mortalità nel primo anno di vita, perché i morti per malattie infettive diminuiscano, perché i pazienti campani possano avere il loro posto letto, perché la Campania si riprenda dalla malattia più grave del dopo colera, c'è bisogno di riforme di base immediate e radicali delle condizioni igieniche e sanitarie in Campania, senza un'altra epidemia<sup>(Fig. 10)</sup>, o qualche altra sventura.



10. Grossi sincizi causati da virus respiratorio sinciziale.



Funghi e alimenti:  
uno sguardo su alcune  
problematiche attuali

Fabrizio Marziano





## INTRODUZIONE

I funghi costituiscono, per gli adattamenti strutturali e la versatilità biologica che li caratterizza, una delle più riuscite forme di vita sulla terra. Diffusi praticamente in tutti gli ambienti, essi risultano, in termini di biodiversità, secondi solo agli insetti svolgendo in natura ruoli di fondamentale importanza. Basti pensare, ad esempio, alla enorme portata ecologica delle funzioni di degradazione della cellulosa e della lignina attivamente svolte da questi organismi o di quella della micorrizzazione, che regola il fenomeno della diffusione delle foreste su scala planetaria.

L'importanza dei funghi non è circoscritta ai cicli naturali, ma incide fortemente sulle attività e sugli interessi dell'uomo, che da un lato, ha trovato il modo di mettere a profitto i prodigiosi arsenali biologici da essi posseduti per la produzione industriale di metaboliti utili quali antibiotici, acidi organici, enzimi, vitamine, steroidi, ecc., per la lotta ad insetti o nematodi dannosi per l'agricoltura o, più tradizionalmente, per la panificazione e la produzione del vino e della birra (fermentazione alcolica) tanto per fare qualche esempio, dall'altro lato è costretto ad escogitare sempre nuove e più efficaci misure per difendere se stesso il proprio bestiame, le proprie coltivazioni e le proprie derrate dalla azione spesso devastante degli esseri in questione.

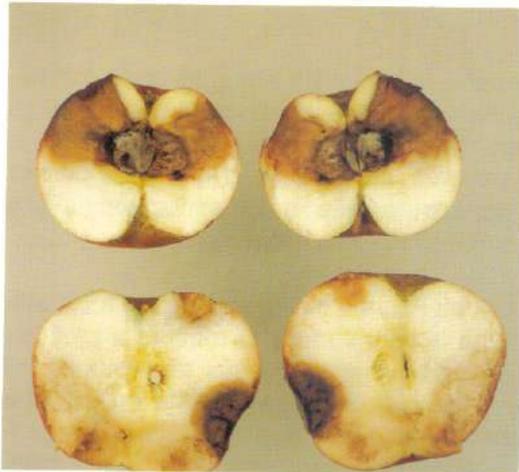
Infatti, una stessa funzione quale la demolizione della materia organica, provvidenziale in natura diventa dannosissima e pericolosa se rivolta, ad esempio a prodotti agricoli utili, soprattutto alimentari. In questo caso, oltre al danno diretto della perdita economica spesso davvero rivelante, può verificarsi un rischio meno evidente ma assai preoccupante costituito dalla contaminazione da micotossine delle derrate alimentari.

Con questa breve panoramica si vuole offrire una rapida visione d'insieme dei problemi connessi con le alterazioni post-raccolta di origine fungina dei prodotti vegetali prendendo come esempio i frutti di pomacee e i semi di cereali. Le considerazioni effettuate su questi ultimi potranno servire di base alle farine, ai prodotti derivati e alle derrate alimentari in genere.

## ALTERAZIONI DELLE MELE E DELLE PERE

La difesa dei prodotti agricoli dalle alterazioni post-raccolta come criterio informativo di base per una politica di incremento della produttività è un concetto abbastanza recente. Secondo un'opinione a lungo prevalente l'incremento di produzione in agricoltura doveva essere spinto al massimo mediante l'introduzione di nuove cultivar adatte allo scopo, con la regolazione delle irrigazioni e la massimizzazione dell'impiego di fertilizzanti, antiparassitari ed erbicidi.

Dagli anni '70, dietro le pressanti raccomandazioni del United Nations Advisory Committee on the Application of Science and Technology to Development, a seguito anche di alcune conferenze internazionali sulle perdite di alimenti e derrate (Pariser, 1978; Zaehring ed Early, 1976), si è cominciato a privilegiare l'idea che un incremento dei prodotti agricoli potesse essere utilizzato più efficacemente con la protezione post-raccolta di questi ultimi piuttosto che con un aumento degli sforzi tesi alla loro produzione. La validità di questo criterio inizialmente circoscritto ai prodotti cerealicoli, si è andato estendendo alle leguminose ed ai diversi prodotti ortofrutticoli fino ad acquistare una portata generale (Singer, 1980; Zentmyer et al., 1983).



Le fitopatie di origine fungina a sviluppo post-raccolta delle mele costituiscono da sempre un problema di difficile soluzione per la loro notevole incidenza anche nei paesi ad elevata tecnologia (Harvey, 1978), fatto che ha costretto la filiera agro-industriale a scelte impegnative nel settore della produzione come in quelli della conservazione e della distribuzione.

Il settore produttivo influisce in modo determinante, anche se spesso non immediatamente avvertibile sia perché ancora fortemente influenzato da vedute legate ai tradizionali concetti di produzione, sia perché all'origine del processo le problematiche post-raccolta sono avvertite in maniera sfumata, sulla qualità del bene commercializzato.

Sul valore finale delle mele giocano infatti un ruolo di rilievo fattori quali giacitura ed esposizione dell'impianto, sistema di allevamento, portinnesto, concimazione, potatura, dissodamento del terreno, epoca di raccolta, scelta di cultivar mirata al post-raccolta, difesa antiparassitaria integrata, ecc. (Mantinger, 1994).

Nel settore della conservazione svolgono un ruolo fondamentale le tecnologie avanzate di cui sono dotati i grandi impianti e le sofisticate apparecchiature di controllo, grazie alle quali è possibile prolungare al massimo la permanenza del prodotto nelle condizioni sanitarie e con le caratteristiche organolettiche ottimali (Mitchell, 1992; Nardin, 1994; Sommer, 1992). Punto di debolezza decisivo in questa fase è rappresentato dai danni meccanici di ogni tipo subiti dalla frutta durante la raccolta e la selezione, condizione preliminare primaria per un rapido deterioramento di intere partite.

La catena distributiva, infine, come fase finale del ciclo produttivo sulla quale si riversa, sommandosi, gli errori e le inadempienze delle fasi precedenti, costituisce il momento più delicato, sia per i vari "passaggi" che subisce la frutta, durante i quali si verificano notevoli sbalzi termici atti a ripristinare rapidamente l'attività di eventuali patogeni, sia a causa delle attuali esigenze di mercato che privilegiano l'uso di confezioni sigillate (cestini, vassoi) dove l'alterazione di un solo frutto comporta la perdita dell'intera unità, sia, infine, per le condizioni di precarietà in cui viene a trovarsi il prodotto a destinazione, a casa del consumatore. Quest'ultima fase, in vista della quale sono impiegati i mezzi e le energie di un apparato voluminoso e sfaccettato, evidenzia spesso impietosamente le incongruenze a monte, costituendo il banco di prova definitivo ma anche, proprio per questo, il riverbero destinato a condizionare i nuovi cicli produttivi.



Tra i fattori che influiscono sulla serbevolezza dei prodotti vegetali svolge un ruolo determinante l'intensità respiratoria; ortaggi con un'elevata intensità respiratoria, come spinaci, fagiolini, ecc., hanno una shelf life (periodo durante il quale un dato prodotto mantiene le caratteristiche di utilizzabilità) breve mentre tuberi e bulbi (patate, cipolle) caratterizzati da intensità respiratoria bassa si conservano a lungo. Sotto tale aspetto i frutti delle pomacee come molti altri quali pesche, albicocche, susine, banane, manghi, avocado, kiwi, fichi ed anche ortaggi come meloni e pomodori, detti climaterici, presentano una progressiva riduzione del tasso respiratorio (rapporto tra anidride carbonica liberata e ossigeno consumato) fino in prossimità della maturazione, quando se ne registra un brusco innalzamento ad un massimo (picco climaterico) corrispondente alla piena maturazione. Quest'evento, caratterizzato dal cambiamento del colore, della consistenza, dell'odore e del sapore dei frutti in seguito alla conversione delle riserve di amido in zuccheri solubili per azione dell'etilene prodotto dai frutti stessi, per quanto fisiologico, diviene indesiderabile se in disaccordo con i tempi e le esigenze del mercato, in quanto preludio alla senescenza e alla degenerazione del frutto. Per ridurre l'entità e dilazionare la comparsa del picco climaterico entrano in gioco le tecnologie del post-raccolta, sostanzialmente basata sulla refrigerazione e sulla modificazione dell'atmosfera di conservazione dei frutti. Quelli delle pomacee sono conservati in celle frigorifere a 0°-2° C, le pere anche fino a -1° C. A queste temperature i processi fisiologici sono molto rallentati e la maturazione interviene con notevole ritardo rispetto alle normali condizioni ambientali. Anche i processi patogenetici imputabili ai funghi risultano più lenti; ciononostante un gruppo di funghi adattati alle basse temperature (psicrotolleranti) producono danni ingenti, arrivando a deteriorare intere partite di frutta. Basti pensare al *Penicillium expansum* e alla *Phlyctema vagabunda*, rispettivamente responsabili del marciume verde-azzurro delle mele e delle pere e del marciume lenticellare delle mele, alterazioni che da sole possono determinare la perdita di una consistente parte di prodotto. Ai citati patogeni si aggiungono spesso gli agenti del marciume deliquescente (*Mucor pyriformis*), del marciume bruno (*Monilia fructigena*) e del marciume grigio (*Botrytis cinerea*) le cui azioni dannose, sommandosi alle precedenti, possono, nei casi particolarmente favorevoli, causare perdite di prodotto anche superiori al 50%. Questo si verifica con la concomitanza di fattori predisponenti quali, ad esempio, la caduta di piogge abbondanti nel periodo della raccolta, l'eccessiva umidità delle celle di

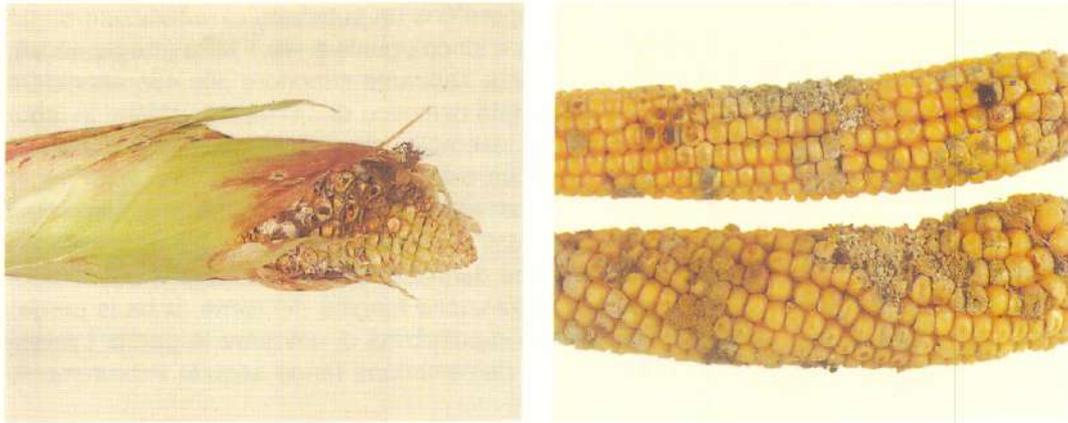


frigoconservazione (attenzione all'eccesso di traspirazione con conseguente perdita di peso dei frutti fino al limite di incommerciabilità), la scarsa pulizia dei locali, dei contenitori, ecc., la presenza dei ceppi di patogeni particolarmente virulenti, o di ceppi che hanno acquisito resistenza ai fungicidi usati per i trattamenti post-raccolta (benzimidazoli). Oltre a ciò bisogna considerare la produzione, da parte di *P. expansum*, di un antibiotico ad azione fungitossica, la patulina, che il fungo citato utilizza per difendere il substrato in cui si sviluppa (polpa di mele) da eventuali competitori ma che agisce anche come una micotossina, provocando emorragie polmonari e cerebrali in animali da esperimento. La presenza di patulina è stata riscontrata molte volte in succhi di frutta di varia provenienza, particolarmente in quelli di mela. Per quanto riguarda gli interventi sulla composizione dell'atmosfera di conservazione dei frutti, essi si basano sulla riduzione dell'intensità respiratoria dei frutti ottenuta abbassando i livelli di ossigeno dai valori normali (21%) al 3%, al 1.5-1.9% (LO = low oxygen) e fino allo 0,8-1,2 % (ULO = ultra low oxygen) ed eventualmente innalzando quelli dell'anidride carbonica dallo 0,003% fino al 5% e oltre. L'azione di contenimento sui patogeni è evidente allorché al basso tenore di ossigeno (che non sembra influire granché sullo sviluppo dei funghi) si aggiunge un elevato tasso di CO<sub>2</sub>. In questo caso però bisogna fare attenzione alle cultivar di mele da conservare: ve ne sono alcune, come la Granny Smith, che possono venire danneggiate irrimediabilmente dall'anidride carbonica.

### ALTERAZIONI DEI SEMI DEI CEREALI

I cereali (frumento, mais, riso, orzo, per citare soltanto i principali) costituiscono la base alimentare di gran parte della popolazione del pianeta. La produzione mondiale di cariossidi è attualmente molto vicina ai due miliardi di tonnellate per anno, con scarti anche del 20%.

Per far fronte a queste oscillazioni e ad eventuali improvvise esigenze è di fondamentale importanza il mantenimento delle scorte ma con questo obiettivo, imposto per la prima volta con tutta evidenza in Europa dalle necessità legate alla seconda guerra mondiale, interferiscono fattori e problematiche riconducibili, in una parola, al deterioramento dei semi. Tale deterioramento, valutabile in perdite annuali variabili tra il 5 e il 25% del prodotto immagazzinato in dipendenza delle tecnologia di conservazione e del clima, è



apprezzabile nella vastità della sua portata se si considera, ad esempio, che esso supera di varie volte quello che è stato il fabbisogno alimentare complessivo del paese in via di sviluppo nel 1975.

Tra le svariate cause di deterioramento dei semi hanno la preminenza i funghi e gli insetti. Mentre per la conservazione della frutta la temperatura gioca il ruolo fondamentale, per quella dei semi tale ruolo è svolto dall'umidità. È infatti con la maturazione e con il conseguente abbassamento del contenuto in umidità al di sotto di un dato limite che le cariossidi dei cereali possono restare indenni dall'attacco dei funghi. Tuttavia, come per la frutta frigoconservata esistono funghi adattati alle basse temperature capaci di aggredirla, così per i semi o altre derrate caratterizzati da un basso livello di umidità si sono selezionati funghi xerofili in grado di vivere in condizioni di secchezza proibitive per altri organismi. Alcune specie di *Eurotium* e di *Aspergillus* tra cui in particolare *A. restrictus*, *Wallemia sebi*, per citarne solo alcuni, sono in grado di svilupparsi con un tenore di umidità relativa variabile dal 85 al 70%, corrispondente ad un valore di  $a_w$  (attività dell'acqua = water activity, indicante la quantità d'acqua direttamente disponibile) del 0,85 - 0,70. Al di sotto di questi valori non esistono microrganismi in grado di svilupparsi, fatta eccezione per *Xeromyces bisporus*, che dà segni di crescita ancora con  $a_w = 0,60$ .

Riferiti ai semi di cereali i dati su esposti, vediamo che *Aspergillus flavus*, il famigerato produttore delle aflatossine, colonizza i semi di grano e di mais, secernendo inoltre la tossina, con un contenuto in umidità del 18%, *A. glaucus*, che comprende diverse entità osmofile, può scendere fino al 14%, mentre *A. restrictus* giunge al limite di attaccare semi con un contenuto del 13,5% di umidità. Il valore del 13% è indicato come ottimale per la conservazione dei semi di cereali, mettendo questi a riparo dalla possibilità di attacchi fungini.

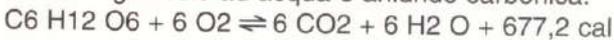
Bisogna distinguere, anche se agli effetti pratici le situazioni si equivalgono, gli ambienti caratterizzati da effettiva scarsità d'acqua (semi maturi, farine, prodotti da forno, paste alimentari secche, ecc.) da quelli in cui l'acqua è presente ma non disponibile a causa della pressione osmotica del substrato; in questo caso la presenza di notevoli quantità di soluti (zuccheri o sali) rende il mezzo scarsamente o affatto praticabile per i microrganismi.

La straordinaria capacità di adattamento dei funghi xerofili od osmofili sta nella loro possibilità di sottrarre acqua con una forza superiore a quella che tiene tale elemento legato al substrato; essi sono in grado di accumulare zuccheri o derivati (in particolare glicerolo) generando così una pressione osmotica interna più elevata di quella esterna. Per dare

un'idea dell'entità delle forze in gioco basti sapere che un substrato caratterizzato da un valore di  $a_w = 0,70$ , ossia dotato di un potenziale idrico uguale a  $-49,1$  MPa (megapascal), cede la propria acqua sotto l'azione di una forza aspirante superiore alle 485 atmosfere (1 MPa equivale a 9,87 atm) e che un potenziale osmotico di  $-30$  Mpa si ottiene in laboratorio in un mezzo nutritivo contenente, ad esempio, oltre al normale quantitativo di estratto di patate e di agar, ben 2600 g di saccarosio per litro di acqua. Una volta penetrati attraverso fessurazioni dell'episperma o per altre vie, i funghi, grazie al sistema ifale e al ricco corredo enzimatico, favoriti anche dall'assenza di efficaci barriere, invadono i semi esplicandovi in diversi modi la loro azione dannosa. Con la distruzione dell'embrione, una delle prime conseguenze della colonizzazione fungina del seme, si ha la perdita della germinabilità del seme stesso e quindi l'impossibilità di utilizzare le partite interessate per il rinnovo dell'agricoltura. Alla morte dell'embrione fanno seguito imbrunimento totale o parziale e raggrinzimento del seme.

L'attività enzimatica amilolitica e proteolitica dei funghi colonizzatori, determina un netto decremento del valore nutritivo dei semi e quindi degli alimenti e dei mangimi derivati, mentre quella lipolitica, con l'aumento del contenuto in acidi grassi, comporta in molti casi l'irrancidimento del prodotto (Agarwall e Sinclair, 1987).

Un altro effetto indesiderato, non esclusivamente dipendente dalla presenza dei funghi ma da questa senz'altro favorito, è il riscaldamento della massa dei semi per effetto dei processi respiratori; la respirazione è una reazione che avviene con emissione di calore bruciando il glucosio ad acqua e anidride carbonica:



I semi stessi, respirando in massa, determinano un aumento della temperatura, che può innalzarsi ulteriormente a causa della respirazione dei funghi colonizzatori e degli insetti infestanti, fino a raggiungere limiti incompatibili con la sopravvivenza dei semi ( $45^\circ\text{C}$  per alcuni giorni) e degli insetti ( $46^\circ\text{C}$ ). Con i funghi si possono invece superare i  $60^\circ\text{C}$  grazie alla selezione di entità termofile (*Absidia*, *Byssoschlamys*, *Humicola grisea*, *Mucor pusillus*, *Talaromyces flavus*, ecc.). In aggiunta a ciò, l'umidità prodotta dai processi respiratori può favorire l'ulteriore sviluppo di funghi.

Finora è stata presa in considerazione l'attività di "spoilage", ossia di distruzione di prodotto immagazzinato, esplicata dai funghi a carico dei semi. Ma la colonizzazione di una partita di cereali o di una derrata alimentare da parte di funghi può avere implicazioni più subdole e preoccupanti. Diversi funghi possono infatti produrre, durante la crescita, metaboliti (micotossine) che, finendo per contaminare il substrato, possono essere tossici per l'uomo e per gli animali che dovessero cibarsi di tali prodotti o di loro derivati.

Attualmente si conoscono numerose micotossine, sia nella loro composizione chimica che negli aspetti tossicologici e la letteratura sull'argomento è vastissima e ricca di rassegne complete (Willie e Morehouse, 1977-1978) ma la loro prima comparsa alla ribalta del mondo scientifico è avvenuta con scalpore nel 1968, allorché in un allevamento inglese morirono misteriosamente in poche settimane oltre centomila giovani tacchini e, quasi contemporaneamente, fatti analoghi si ripeterono in allevamenti di anatre nel Kenia dove si ebbe la morte di 14.000 anatrocchi morti in un mese in un solo allevamento, e in altri paesi, mentre gravi patologie sorsero in molti allevamenti avicoli, ma anche di suini, bovini e altri animali in varie parti del mondo (Bottalico, 1978).

L'interesse di vari studiosi accentratosi sul fenomeno portò presto alla scoperta che l'origine dei decessi era da far risalire costantemente a partite di mangimi, soprattutto a base



di arachidi, colonizzate da *Aspergillus flavus* e alla identificazione delle tossine responsabili, denominate aflatossine (*Aspergillus flavus* toxins). Tra le micotossine più frequenti nei cereali e nei prodotti derivati (alimentari, mangimi) si ricordano le aflatossine, le acratossine e le nefrotossine, prodotte da funghi dei generi *Aspergillus* e *Penicillium*, gli zearaleoni e i tricoteceni prodotti da diverse specie di *Fusarium*, gli alcaloidi da *Claviceps*.

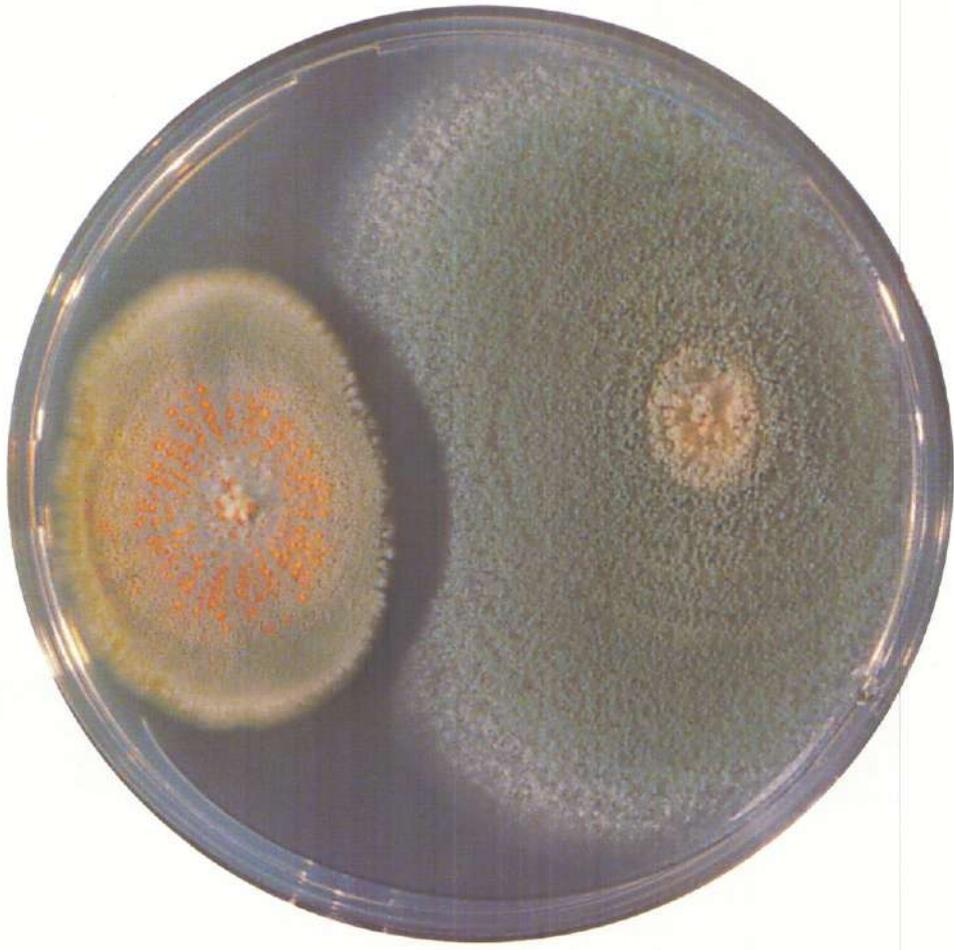
Anche se la sintesi della micotossina da parte del fungo produttore può avvenire entro determinati limiti di umidità (le aflatossine non si formano con un contenuto idrico delle cariossidi inferiore al 18%) e quindi le normali condizioni di conservazione dei semi sembrano garantire la salubrità del prodotto, bisogna tener presente che i metaboliti in questione possono essere prodotti in ogni momento in presenza di condizioni favorevoli, come in campo durante la maturazione del seme, e poi restare attivi a lungo.

Le micotossine sono infatti in grado di resistere nei prodotti contaminati anche se sottoposti a trattamenti termici o chimici e di ritrovarli nei mangimi degli animali e, da questi, nel latte e nei prodotti lattiero-caseari (Bottalico, 1994).

Tra i prodotti maggiormente a rischio di contaminazione da micotossine sono da annoverare, oltre ai cereali, arachidi e semi oleosi, legumi, frutta secca, spezie, ecc. È da tenere presente che i maggiori livelli di contaminazione da micotossine riguardano prodotti provenienti da paesi in via di sviluppo, sia per le condizioni climatiche favorevoli alla genesi delle tossine (temperatura e umidità elevate), sia per gli inadeguati livelli tecnologici relativi alla coltivazione e alla conservazione dei prodotti. La tossicità delle micotossine può essere molto elevata, tanto da indurre danni epatici irreparabili o, a dosaggi ridotti ma prolungati, l'insorgenza di tumori e di anomalie genetiche (aflatossine) o sindromi emorragiche e immunosoppressive molto gravi (tricoteceni). In particolare le aflatossine sono da annoverare tra le più potenti sostanze cancerogene di origine naturale. Tuttavia di solito le micotossicosi si presentano in forme sub-acute in animali alimentati con mangimi contenenti scarsi livelli di micotossine, con quadri patologici non ben definiti, spesso trascurati ma che finiscono per incidere negativamente sull'economia dell'allevamento. Il rischio di microintossicazioni prolungate nel tempo esiste anche per l'uomo ma in misura assai minore. La prevenzione delle micotossicosi passa attraverso lo scrupoloso controllo del tenore in umidità dei prodotti e l'impiego di conservanti quali l'acido propionico o l'acido sorbico. Dal punto di vista legislativo il livello massimo di aflatossina B1 (la più pericolosa tra le aflatossine consentito negli alimenti è di 0,005 mg/kg.

## BIBLIOGRAFIA

- AGARWAL V.K.** e **SINCLAIR J.B.** 1978 – Principles of seed pathology, vol. II°, CRC Press, Boca Raton, Florida, 168 pp.
- BOTTALICO A.** 1978 – Aspetti e problemi connessi alla presenza di micotossine nei prodotti alimentari. Centro di Studio sulle tossine e i parametri sistemici dei vegetali, CNR – Università degli Studi, Bari, 75 pp.
- BOTTALICO A.** 1994 – Riflessi degli attacchi di funghi tossigeni alle colture agrarie, sulla qualità finale dei prodotti alimentari. In: I rischi microbiologici del 2000 nel settore alimentare. Muffe, lieviti e micotossine. Atti Conferenza Nazionale, Bologna, 5 maggio 1994., Unipath, 11-28 p.
- HARVEY J.M.** 1978 - Reduction of losses in fresh market fruits and vegetables. Annual Review of Phytopathology 16, 321-341 p.
- MANTINGER H.** 1994 - Per una qualità ottimale delle mele. L'inf. Agrario 50 (29), 19-23 p.
- MITCHELL F.G.** 1992 - Post-harvest handling systems: temperate zone tree fruits (pome fruits and stone fruits). In: A.A. Kader ed., Post-harvest Technology of Horticultural Crops, 2nd ed., University of California Publ. 3311, 215-221 p.
- NARDIN C.** 1994 - Tecnologie di conservazione a supporto della qualità di mele e pere. L'inf. agrario 50 (29), 24-33 p.
- PARISER E.R.** 1978 – Post-harvest food losses in developing countries. Washington, DC: National Academy of Sciences, 202 pp.
- SINGER D.D.** 1980 – Post-harvest food losses - world over-view. Progress in Food and Nutrition Science 4 (3/4), 3-9 p.
- SOMMER N.F.** 1992 - Principles of disease suppression by handling practices. In: A.A. Kader ed., Post-harvest Technology of Horticultural Crops, 2nd ed., University of California Publ. 3311, 109-116.
- WYLLIE T.D.** e **MOREHOUSE L.G.** 1977-78 – Mycotoxic Fungi, Mycotoxins, Mycotoxicoses. Marcell Dekker Inc., New York, vol. I 538 pp, vol. II 570 pp, vol III 202 pp.
- ZAEHRINGER M.V.** e **EARLY J.O.**, Eds. 1976 - Proceedings of the National Food Loss Conference. University of Idaho, USA, 142 pp.
- ZENTMYER G.A.**, **THURSTON H.D.** e **NIEDERHAUSER J.S.** 1983 - International cooperation in agricultural research; the basis for feeding more people and feeding people more. In: T. Kommendahl and P.H. Williams eds., Challenging problems in plant health, St. Paul, Minnesota, APS, 501-515 p.





# I parassiti delle derrate

**Luca Boursier**  
**Claudio Salerno**





Il semplice stoccaggio o le complesse operazioni che dalla materia grezza consentono di arrivare al prodotto finito, sono dei momenti "critici" per l'ottenimento di produzioni di "qualità". Ad insidiare maggiormente l'integrità del prodotto e le sue caratteristiche nutrizionali o la sua salubrità, sono alcuni esponenti del Phylum degli Artropodi (Insetti ed Acari) ed alcuni Roditori che da sempre (si ha già traccia di loro "saccheggiamenti" intorno al 2900 a.C.) arrecano danni alle "derrate".

Con il termine "derrate" si vuole indicare l'insieme delle sostanze che vengono immagazzinate e destinate al consumo alimentare sia dell'uomo che degli animali; cereali e prodotti derivati, legumi, semi oleaginosi, caffè, cacao, frutta secca, ma anche mangimi, grassi animali e vegetali, carne ed insaccati, latte e derivati.

Fonti FAO indicano in circa 100 milioni di tonnellate di cereali all'anno, il quantitativo distrutto da Insetti, Acari, Roditori ed altri, nella fase di stoccaggio. Appare superfluo, in questa sede, sottolineare che tali danni nel caso di un Paese sottosviluppato possono creare sia problemi di affamamento sia l'insorgere di malattie provocate da organismi trasportati dagli infestanti stessi come mosche, scarafaggi e formiche (Batteri: agenti della dissenteria, agenti di febbri tifoidee; Virus: della poliomelite e della febbre gialla; Protozoi: agenti di forme dissenteriche; Elminti: i cosiddetti "vermi intestinali"; Funghi: tra cui alcuni ceppi in grado di produrre le micotossine, sostanze altamente tossiche).

Tali infestanti sono generalmente polifagi e diffusi in tutto il mondo. Pure essendo un limitato gruppo di specie, sono dannosi dovunque ci siano fonti alimentari e condizioni giuste per il loro sviluppo.

Gli Artropodi che infestano le derrate, devono la loro diffusione all'elevato numero di scambi commerciali internazionali che, in maniera preoccupante e quanto mai inarrestabile, rappresentano un importante mezzo di diffusione passiva, ma anche, ed in particolar modo, alla loro capacità di sopravvivere, una volta raggiunto un nuovo ambiente, anche nelle condizioni meno favorevoli grazie alle proprie capacità di adattamento, alle ridotte dimensioni e all'elevata fecondità.

Le dimensioni dell'adulto, nei più frequenti Insetti infestanti, superano raramente i 4 mm rendendo possibile il loro inserimento sia nei prodotti già confezionati che nelle fessure più piccole degli ambienti di lavoro. Hanno la capacità di sopravvivere in assenza di cibo per lunghi periodi digiunando fino ad un massimo di 2 anni, come nel caso degli stadi ipopialli degli acari ed inoltre possono entrare in pseudodiapausa, uno stadio di riposo temporaneo, per poi riprendere le normali attività vitali al ripristinarsi delle giuste condizioni ambientali. La resistenza alle basse temperature, fornisce ad Insetti ed Acari una carta in più nella lotta per la conquista delle derrate dell'uomo; alcuni insetti come i coleotteri del genere *Sitophilus*, il lepidottero *Ephestia kuehniella*, o alcuni acari come l'*Acarus siro*, resistono, in diversi stadi dello sviluppo e per tempi differenti, a temperature inferiori a  $-10^{\circ}\text{C}$ . Le infestazioni, non gestite opportunamente, possono aggravarsi nei magazzini o nelle industrie alimentari che lavorando in atmosfera controllata e quindi costante per tutto l'anno, offrono agli infestanti la possibilità di completare il proprio ciclo vitale più volte e quindi di colonizzare gli ambienti.

Insetti ed Acari di solito si sviluppano con maggiore difficoltà in alimenti che contengono una quantità d'acqua inferiore al 13%, trovando addirittura la morte, quando l'umidità relativa raggiunge il 4-5%; al contrario, in presenza di elevati valori di umidità, oltre al loro insediamento può seguire quello di infestanti secondari (altri insetti, miceti, ecc.).

La capacità di sopravvivere su substrati alimentari dotati di un bassissimo contenuto d'ac-

qua, può indurre un ritardo reversibile delle funzioni vitali. L'attività degli Insetti non è compromessa, poiché la carenza d'acqua nelle fonti alimentari può essere superata riassorbendola dalle feci o direttamente dai cibi digeriti. Gli Acari invece, hanno maggiori problemi trovandosi in alimenti con contenuto d'acqua molto ridotto in quanto non muniti di cuticola, o rivestimento esterno, che li possa isolare dall'ambiente esterno, ma possono tuttavia sempre ricorrere alle forme ipopiali.

Un altro importante aspetto da considerare è l'elevato numero di generazioni annuali che sono in grado di compiere e la possibilità che queste accavallandosi determinino la presenza contemporanea dei vari stadi di sviluppo. In tal caso risultano inefficaci i trattamenti specifici per un singolo stadio (adulicidi, larvicidi), con la possibile comparsa di ceppi resistenti ad antiparassitari che vanificano i tentativi di controllo.

Queste caratteristiche forniscono una grande plasticità climatica agli Artropodi delle derrate, rendendo ancora più complicata la strada da percorrere per il loro controllo.

L'insudiciamento delle derrate in termini di frammenti di infestanti può causare gravi lesioni alle mucose ed ai villi intestinali e rendere incommestibili le farine. Un'eventuale imbrattamento operato da topi e ratti, può provocare oltre ad un danno diretto anche problemi di diffusione di patogeni dannosi sia all'uomo che agli animali. Per concludere va detto che dagli infestanti non sono al sicuro neanche gli imballaggi o le strutture di impianti e magazzini; vista la capacità di alcuni insetti di masticare legno, gesso o perfino materiale plastico. Va da sé che un approccio empirico a tali problemi, se realizzato senza le necessarie conoscenze, non può che portare ad una temporanea quanto passeggera soluzione. Il problema potrebbe infatti ripresentarsi, magari in maniera ancor più grave, quando sicuri del superamento del periodo di crisi non ci preoccupiamo più di tenere sotto controllo l'infestante offrendogli così la possibilità di rimpiazzare le perdite e di passare al contrattacco.

Se da una parte il ritrovamento di escrementi, bave sericee, o di frammenti vari sicuramente discredita, con ulteriori aggravii economici, il marchio del produttore, va pur tenuto presente che in un impianto produttivo, spesso in funzione 24 ore su 24, realizzare una tradizionale difesa chimica, per preservare le derrate dalle infestazioni, non è né consigliabile, né rappresenta la soluzione migliore.

L'impiego di mezzi chimici può alle volte determinare ulteriori e ben più gravi problemi per la presenza di residui dannosi nei prodotti.

Per questi motivi, con l'esigenza di garantire la sanità delle materie trattate, sono state messe a punto metodologie moderne che consentono di monitorare ed eventualmente controllare i problemi derivanti da un'infestazione altrimenti distruttiva.



1. Granaglie infestate da Coleotteri

## LA PREVENZIONE: IL PRIMO PASSO PER OTTENERE IL CONTROLLO DEGLI INFESTANTI

Al fine di ridurre l'impiego di antiparassitari, è necessario puntare principalmente sulla prevenzione e per far ciò è indispensabile conoscere perfettamente le "abitudini" di vita di Insetti, Acari e Roditori. Negli ultimi anni l'introduzione del sistema di valutazione dei rischi, l'ormai nota H.A.C.C.P., in risposta ad una crescente richiesta da parte del consumatore di reperire prodotti agricoli che abbiano subito un "iter ben preciso" prima di arrivare sul mercato, ha posto le basi per una corretta gestione dei processi in post-raccolta riguardanti le produzioni agricole. L'Hazard Analysis and Critical Control Point system (analisi dei pericoli e metodologia dei punti di controllo critici) costituisce un approccio preventivo, sistematico e documentato compatibile con i sistemi di gestione della qualità e rappresenta quindi, la migliore metodologia per il controllo della sicurezza alimentare.

L'H.A.C.C.P. consente l'analisi dei pericoli, Hazard, insiti nelle trasformazioni alimentari (una condizione o agente, biologico, chimico o fisico, in grado di provocare un danno e tale che la sua eliminazione o riduzione, ad un livello accettabile, è essenziale per la produzione di un alimento igienicamente sicuro) Essa identifica i punti di processo, critical control points, che rappresentano una tappa o una procedura in corrispondenza dei quali si può esercitare un'azione di controllo per prevenire, eliminare o ridurre a livelli accettabili un pericolo legato alla sicurezza degli alimenti. Diventa così possibile definire quali azioni siano determinanti per la salubrità del prodotto e quindi per la salute del consumatore.

Come si è detto più volte nella parte introduttiva, risulta di sicuro più conveniente operare cercando di prevenire la nascita di problemi di infestazione piuttosto che intervenire massicciamente a posteriori, in assenza di altre soluzioni. Prevenzione vuol dire porre attenzione al problema fin dalla progettazione e realizzazione degli edifici o dei magazzini che poi ospiteranno le derrate. Una struttura lasciata temporaneamente incompiuta è il più delle volte colonizzata rapidamente da formiche, da insetti volatori attratti dalle luci, dalle blatte che raggiungono la superficie attraverso gli scarichi.

Anche se la struttura verrà terminata successivamente, subirà continue invasioni di infestanti annidati negli alimenti lavorati, se non si attua una corretta gestione del processo produttivo. Un chiaro esempio di accortezze usate nella realizzazione di una struttura destinata allo stoccaggio o alla trasformazione, è sicuramente rappresentato dalle vie d'accesso alla struttura (porte, finestre). Infatti è buona norma prevedere delle bussole d'ingresso in corrispondenza di ogni porta, o se si presenti la necessità, un apposito tunnel per il transito di automezzi. In queste aree possono essere previsti forti getti di aria in grado di respingere gli infestanti in volo o eventualmente presenti sull'operatore ignaro, o venire attivati erogatori automatici di piretrine (insetticida a forte potere abbattente) che garantiscano un parziale pulizia del mezzo di trasporto. Le finestre, rigorosamente con davanzale esterno inclinato verso il basso, per evitare la formazione di nidi di uccelli, devono essere smontabili in modo da consentire una periodica pulizia, e provviste di rete con maglie molto strette (1 mm).

Altri chiari esempi di una corretta progettazione di impianti agricoli sono rappresentati dalle pareti lisce e prive di qualsiasi scabrosità, di angoli delle stanze mai vivi ma sempre debolmente arrotondati, in modo da rendere agevole la pulizia e da evitare la formazione di ripari per gli infestanti. Un errore grossolano sarebbe rappresentato dalla presenza di battiscopa o di tubazioni non sigillate all'ingresso nelle pareti, ma anche la chiusura non

ermetica delle porte che separano gli ambienti diversi, perché non consentirebbe di circoscrivere un'infestazione né gli antiparassitari utilizzati per controllarla, che si diffonderebbero ovunque. Accatastare le merci appoggiandole alle pareti poi impedisce d'individuare eventuali focolai d'infestazione invalidando quanto di buono fatto nella progettazione dell'impianto.

Volendo sintetizzare, in ogni ambiente, e con questo termine s'includono sia i prodotti conservati che i macchinari utilizzati per la lavorazione od il trasporto o qualsiasi altro attrezzo o superficie venuta a contatto con le derrate, deve essere possibile svolgere agevolmente le opportune operazioni di pulizia evitando in ogni modo di creare o per errori di progettazione o per l'errato posizionamento di un macchinario, spazi angusti che favoriscano l'insediamento di infestanti. Per ogni ambiente di lavoro è necessario elaborare, dopo un'attenta indagine sui reparti, i macchinari implicati, gli alimenti trattati e quindi le caratteristiche dei più probabili infestanti, un programma di interventi di pulizia che deve essere rispettato attentamente.

L'obiettivo di eliminare polvere e detriti, per ciò che riguarda il problema degli infestanti, evita che si possano creare condizioni favorevoli al loro sviluppo, solo se ogni situazione viene analizzata in dettaglio per l'elevato numero di variabili da considerare (la o le specie infestanti, il prodotto trattato, i macchinari implicati nella lavorazione, ecc). Per esempio può capitare che per alcune macchine, l'assenza di certe accortezze non previste dal produttore, renda più difficile la rimozione degli sfridi di lavorazione.

I residui e la polvere dovrebbero essere aspirati o rimossi con spazzole da tutte le superfici, comprese quelle delimitate dai macchinari, dove si notino depositi (pavimenti, angoli, davanzali delle finestre, pilastri, canaline e quadri elettrici), e poi immediatamente allontanati per evitare che questo materiale, magari già infestato, possa divenire una grave fonte di diffusione degli infestanti.

Sarebbe gravissimo, e purtroppo risulta assai frequente, l'allontanamento dei detriti con il solo impiego dell'aria compressa non affiancato da un intervento con antiparassitari a breve persistenza nelle zone circostanti quella interessata, perché come è facile intuire contribuirebbe a spargere un po' ovunque questi depositi ed eventualmente gli infestanti in essi presenti. Da evitare, ancora, è la presenza nei reparti di lavorazione o stoccaggio di qualsiasi oggetto (panni vari, sacchetti di rifiuti non ancora eliminati, ma anche macchinari in disuso!), che non essendo, esplicitamente previsto per lo svolgimento di una delle fasi di lavorazione, non sia incluso nel programma di pulizia di quell'ambiente. Per con-



2. Adulto di *Sitophilus granarius* nel momento d'uscita dalla cariosside (Coleoptera; Curculionidae)

cludere andrebbe tenuto sotto controllo anche l'ambiente esterno in particolare nei casi in cui non siano previste delle bussole di accesso ai reparti o qualsiasi altro sistema che consenta di limitare l'ingresso di eventuali infestanti. La corretta gestione di aree a verde esterne all'impianto di lavorazione, può, abbinata ad un corretto stoccaggio dei rifiuti, ridurre i rischi di infestazione da aree limitrofe all'impianto, restringendo a quelle interne ed a quelle già presenti nelle materie da lavorare, gli eventuali interventi sanatori. Per questi ultimi due casi

sono note opportune tecniche di monitoraggio e di lotta che consentono di ridurre veramente al minimo i rischi d'infestazione nelle industrie o nei magazzini rendendo possibile un controllo completo di tutti i processi comunemente definiti di "post-raccolta".

## MONITORAGGIO E DIFESA

La qualità delle produzioni di campo può essere seriamente compromessa, come si diceva, per l'insorgenza d'infestazione da patogeni che possono essere già presenti sul o nel prodotto o possono venire in contatto con lo stesso successivamente. Per questo motivo, si devono tenere sotto assidua sorveglianza (fase di monitoraggio) le materie prime, i magazzini ed i locali di lavorazione e conoscere sia le tecnologie produttive che il comportamento etologico dei potenziali colonizzatori. Ed infatti non avrebbe senso ottenere materie prime non infestate e non contaminate da antiparassitari, grazie alle moderne tecniche di difesa integrata, e vanificare il tutto a causa di una non corretta gestione dei prodotti nel post-raccolta.

Solo attuando una protezione integrata che consente di tenere sempre sotto controllo le infestazioni, vengono fornite, al consumatore, anche maggiori garanzie tossicologiche ed igieniche. Ed è ovvio che pianificando un programma di lotta, imperniato su tre fasi: prevenzione, monitoraggio ed applicazione delle tecniche di difesa, dobbiamo privilegiare le misure preventive ed utilizzare tutti i possibili sistemi di monitoraggio. Qualora sia necessario intervenire, si potrà ricorrere a metodi possibilmente meno drastici e se assolutamente necessario, con p.a. meno tossici ed atti ad interferire, in modo mirato, solo sull'agente bersaglio. La continua introduzione di materiale potenzialmente infestato, nella struttura destinata ad ospitarlo, impone un costante monitoraggio dei prodotti ma anche degli ambienti di lavorazione, e con tecniche diverse scelte opportunamente tra le tante esistenti. Infatti le analisi sul prodotto consentono di rilevare con una certa precisione la presenza di un adulto di insetto, per esempio, ma non discriminano sulla presenza dell'uovo e difficilmente su quella degli stadi giovanili. Se non abbinate ad analisi eseguite su tutto l'ambiente di lavorazione, forniscono un dato incompleto perché non tiene conto dei comportamenti e delle esigenze differenti dei diversi infestanti.

Va aggiunto che queste analisi, pur riuscendo ad individuare gli adulti, consentono di rinvenire con difficoltà le forme giovanili o l'uovo, pertanto nasce l'esigenza di effettuare ulteriori controlli nei magazzini e nei reparti seguendo tecniche diverse.

I sistemi di analisi dei prodotti, la cui attendibilità dipende dai campioni esaminati e che devono essere significativi, sono diversi tra cui l'esame a vista, il metodo respirometrico e calorimetrico, la radiografia, l'analisi acustica ed il filth-test.

I campioni vanno prelevati dalla massa da indagare con strumenti appositi, sonde di vario tipo, ed analizzati con diverse tecniche la prima delle quali è sicuramente l'esame visivo. Quest'operazione può essere di grande aiuto perché fornisce buone informazioni sul tipo d'infestazione presente nel prodotto. Durante l'osservazione vanno notati gli adulti o le loro tracce (bave, escrementi). La setacciatura di un campione, fornisce ottime informazioni sugli eventuali infestanti presenti, adulti o stadi giovanili non eccessivamente piccoli.

L'incremento di concentrazione di CO<sub>2</sub> nelle diverse parti di una massa (cereali e leguminose), metodo respirometrico, è un altro importante indice di infestazione. L'aumento di anidride carbonica in un magazzino per lo stoccaggio potrebbe essere dovuto all'attività di Insetti presenti nella massa del prodotto conservato. Questo metodo però fornisce infor-

mazioni poco attendibili quando le infestazioni sono molto elevate e non è applicabile se il prodotto è stato già conservato in ambiente ad atmosfera controllata o se la percentuale di umidità del prodotto supera il 15%, a causa dei fenomeni d'interferenza dovuti alla traspirazione della granella, per esempio, o dei microrganismi ad esso associati. L'attività metabolica degli infestanti può essere rilevata anche mediante l'introduzione di sonde termometriche a diversa profondità nella massa sospetta, per riscontrare eventuali rialzi termici, metodo calorimetrico. Anche i raggi X risultano utili consentendo d'individuare anche gli attacchi interni alla cariosside, ad esempio, ma risulta delicato il riconoscimento della specie infestante o comprendere se sia viva o morta. L'analisi acustica è particolarmente indicata per evidenziare le infestazioni all'interno di grandi cumuli (cariossidi) sfruttando un recipiente insonorizzato a cui è applicato un microfono ed un amplificatore, permette di riconoscere il rumore prodotto dagli insetti in movimento per attività di nutrizione. Discorso a parte richiede il Filth-test, letteralmente test del "sudiciume", con il quale si rileva la presenza nella derrata sospetta, di elementi contaminanti come peli di topo o di ratto, Insetti, Acari e loro parti. Le dimensioni di questi frammenti, isolati dall'alimento, identificati e conteggiati allo stereoscopio, forniscono delle informazioni molto interessanti sulla storia dell'infestazione (se di dimensioni minori rispetto alla granulometria massima della farina, allora il prodotto è stato attaccato nella fase di campo o durante il trasporto; se di dimensioni superiori, allora l'infestazione è da postmolitura).

Come si è detto è necessario monitorare non solo i prodotti ma anche gli ambienti di lavorazione ed i metodi di analisi adottabili per questo scopo sono diversi. Lo studio delle tracce lasciate dal passaggio di un insetto, gli accumuli di detriti nei punti degli ambienti meno raggiungibili, bave sericee od escrementi, sono informazioni utilissime per l'infestazione. Per questo fine si può ricorrere alle trappole a sonda che inserite nella massa da analizzare, sfruttano la tendenza degli insetti a localizzarsi negli strati superficiali delle derrate. Altri tipi di trappole sono quelle alimentari e luminose.

Le prime, di tipo Pinniger, sono costituite da sacchetti in rete plastica contenenti una mescolanza di semi che vanno distribuite nelle zone dei reparti delle industrie alimentari dove si ritiene possano avere inizio le infestazioni (angoli delle stanze, sotto o dentro gli impianti di produzione). Per monitorare le blatte, sono molto utilizzate le trappole a vischio provviste di sostanze alimentari attrattive su fondo adesivo. Le trappole vanno controllate regolarmente e forniscono informazioni sulle fluttuazioni della contaminazione entomologica (blatte, mosche, vespe e formiche) in seguito alle variazioni di umidità relativa e di temperatura dell'ambiente di lavorazione. Buone possibilità di monitoraggio sono offerte anche dalle trappole luminose ad UV, luce verde o miscelata, per individuare insetti caratterizzati da fototropismo positivo, cioè attratti dalla luce.

Infine richiedono discorso a parte le trappole a feromone (sostanza implicata nei meccanismi di richiamo sessuale intraspecifici). Queste sostanze sono emesse dagli insetti in diverse occasioni e per la trasmissione di differenti messaggi destinati agli individui della stessa specie (aggregazione, aggressione dispersione, richiamo sessuale, ecc). I feromoni più studiati per le applicazioni in campo agricolo sono quelli sessuali e generalmente sono una miscela di più sostanze. Sono le più attive biologicamente che si conoscano e vengono diffuse da apposite sorgenti, di solito capsule di materiale plastico impregnato, poste in trappole di diverso tipo. Di tipo vischiate, da utilizzare solo se gli ambienti dove vanno collocate non sono troppo polverulenti, o ad imbuto che catturano gli adulti avvicinati. Sono state messe a punto apposite trappole per i Coleotteri ed individuati i feromoni

di aggregazione per alcuni Ditteri, Imenotteri e per diverse specie delle Blatte. Va ricordato che nei piani di lotta integrata l'intervento è previsto solo quando le pratiche di prevenzione non risultano adeguate, cioè al superamento della soglia di tolleranza del danno causato dall'infestazione, e mentre in campo è possibile che la coltivazione sopporti attacchi parassitari senza risentire danni economici, per le derrate alimentari, la difficoltà di stabilire delle soglie d'intervento, a causa dell'immediato danno causato dall'infestazione, rende la gestione più complicata.

Gli attacchi parassitari sulle derrate producono detriti non edibili, acqua ed anidride carbonica ed arrecano una perdita di tipo "assoluto". Si ricorda come la commercializzazione di merci infestate, la presenza di patogeni trasportati da vettori, la rinvenibilità di un qualsiasi danno causato da agenti parassitari, provoca notevoli danni economici all'industria che è costretta ad abbassare le soglie di tolleranza e d'intervento. Spesso queste soglie sono da considerarsi uguali a zero, con utilizzo di un calendario di trattamenti rigido indipendente dalla reale presenza degli infestanti. Tra le diverse possibilità di lotta, nei



3. Adulto e larve di *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae)

programmi di IPM (Integrated pest management), si privilegiano gli interventi con mezzi fisici, le tecniche etologiche ed i trattamenti antiparassitari localizzati solo nei focolai d'infestazione, con prodotti poco tossici e di breve persistenza. Per questo motivo il successo della lotta integrata, per la protezione delle derrate alimentari, passa per l'impiego di metodi preventivi e rappresenta la coerente conclusione di un razionale processo produttivo iniziato in pieno campo.

Finito di stampare  
nel mese di maggio 2002  
per conto  
dell'Istituto per la Diffusione delle Scienze Naturali  
dalla Tipografia **Alfa**, Napoli.

VIETATA LA VENDITA

