

Delrio, Gavino (1980) *Fitofarmaci e ambiente naturale*. Bollettino della Società sarda di scienze naturali, Vol. 19 (1979), p. 1-14. ISSN 0392-6710.

<http://eprints.uniss.it/3357/>

BOLLETTINO

della

SOCIETA' SARDA
DI SCIENZE NATURALI

Consulenti editoriali per questo volume:

Prof. Antonietta Cherchi Pomesano
Prof. Maria Follieri
Prof. Nullo Glauco Lepori
Prof. Guido Moggi
Prof. Enio Nardi
Prof. Maria Pala
Prof. Romolo Prota
Prof. Antonio Pietracaprina
Prof. Vittorio Rosnati

Direttore Responsabile e Redattore
Prof. FRANCA VALSECCHI

Autorizzazione Tribunale di Sassari n. 70 del 29-V-1968

Fitofarmaci e ambiente naturale *

GAVINO DELRIO **

PREMESSA

Per *fitofarmaci* si intendono i prodotti, in genere chimici, impiegati in agricoltura allo scopo di proteggere le piante dalle avversità biotiche e abiotiche. Il termine corrispondente nella letteratura internazionale è quello di *pesticida* (dall'inglese «pest» = organismo dannoso), che comprende però anche le sostanze velenose usate contro gli organismi vettori di malattie dell'uomo e degli animali. Tali prodotti possono essere distinti in: *antiparassitari* (anticrittogamici, insetticidi, acaricidi, nematocidi, rodenticidi e molluschicidi), *diserbanti* e *fitoregolatori*.

L'utilizzazione di *tecniche chimiche* per proteggere le piante dagli organismi nocivi è conosciuta da molto tempo. Così, ad esempio, Plinio il Vecchio raccomandava l'uso dell'arsenico per uccidere gli insetti, mentre gli arseniti erano usati in Cina a partire dal X secolo.

Altri prodotti naturali come gli oli di petrolio e certi alcaloidi derivati dalle piante (nicotina, piretrine, rotenone) cominciarono ad essere usati nel secolo scorso.

I primi insetticidi organici di sintesi (dinitrofenoli, tiocianati) apparvero molto più tardi e precisamente negli anni 30, ma la

* Relazione tenuta l'11-11-1978 per la S.S.S.N.

** Istituto di Entomologia agraria dell'Università di Sassari.

scoperta più importante che aprì la strada agli insetticidi sintetici fu quella del DDT che, sintetizzato nel 1874, fu usato contro gli insetti a partire dal 1939.

Anche la lotta contro le crittogame ha subito la stessa evoluzione passando dalla scoperta dell'azione dei sali di rame contro la peronospora della vite avvenuta nel 1882 e poco dopo dello zolfo contro l'oidio della vite, fino alla formulazione dei nuovi anticrittogamici organici a base di ditiocarbamati (POWELL e SHURTLEFF, 1977).

Anche la lotta alle malerbe, effettuata nella prima metà di questo secolo con composti inorganici di dubbia efficacia come nitrato di rame, solfato di ferro, acido solforico, nitrato di sodio e sali di potassio, subì una crescita esplosiva con la scoperta del 2,4-D (acido 2,4-diclorofenossiacetico), prodotto inizialmente sviluppato per usi militari. A partire dal 1950 l'Industria chimica sintetizzò un largo spettro di erbicidi organici e nel 1966 oltre 100 di questi prodotti erano già nel mercato (FURTICK, 1977).

Attualmente circa 1.000 pesticidi sono usati nel mondo; di essi 250 sono principi attivi comunemente impiegati in agricoltura, i quali comprendono circa 100 fra acaricidi e insetticidi, 50 erbicidi, 20 nematocidi e 30 altri fitofarmaci (EDWARDS, 1973). L'uso di tali prodotti è in continua espansione in tutti i Paesi e nel 1974 il loro valore sul mercato mondiale aveva raggiunto i 5000 milioni di dollari. I Paesi industrializzati sono gli unici produttori ed i maggiori utilizzatori di pesticidi: il 40% viene usato nel Nord America, un po' meno in Europa e solo il 10% nelle aree in via di sviluppo. Più della metà del valore dei pesticidi è rappresentato dai diserbanti che hanno superato gli insetticidi a partire dal 1973; solo nelle nazioni del terzo mondo gli insetticidi rappresentano ancora il gruppo dominante soprattutto per il largo impiego contro i vettori di malattie degli uomini e degli animali (FURTICK, 1976).

Quali sono le ragioni di un uso così massiccio di sostanze chimiche in agricoltura?

Benché la grandezza esatta delle perdite causate dagli organismi nocivi non sia stata adeguatamente misurata neppure nelle regioni più progredite, per comprensibili difficoltà, è riconosciuto che esse sono dappertutto sostanziali (CRAMER, 1967). La FAO ha stimato a 30% o più le perdite preraccolto e postraccolto nelle regioni in via di sviluppo. Le perdite sono, è chiaro, variabili da nazio-

ne a nazione e da coltura a coltura. Sono state, ad es., calcolate nel 1973 perdite sulla produzione potenziale in America Latina del 46% per i fagioli, del 40% per il caffè, in Africa perdite del 51% per il cacao, e di oltre il 60 per i prodotti ortofrutticoli. In Asia le perdite di riso ed altri cereali superano il 30% (ADAM, 1976). Per risolvere questa situazione, e non si dimentichi che 400 milioni di persone e il 40% dei bambini soffrono di denutrizione nel terzo mondo e che negli anni 1971-72 la produzione di alimenti è aumentata di 1,2%, contro la crescita della popolazione del 2,4%, è necessario ricorrere soprattutto ai pesticidi che vanno particolarmente accompagnati dall'introduzione di sementi migliorate, fertilizzanti e irrigazioni. L'irrigazione può però peggiorare l'epidemia di alcune malattie trasmesse da vettori legati all'acqua come malaria, schistosomiasi e oncocercosi. Queste malattie assieme alla filariosi e tripanosomiasi rappresentano il più grave problema di vaste aree tropicali e subtropicali interessando annualmente più di 4 milioni e mezzo di malati e causando oltre 300 mila morti (DAVIDSON, 1976).

Solo la lotta contro i vettori della malaria ha salvato 15 milioni di persone fra il 1955 e 1965, ma attualmente l'eradicazione è considerata impossibile almeno nelle zone endemiche.

Un'efficace lotta contro le specie di *Glossina* vettrici di *Tripanosoma* permetterebbe l'utilizzazione di 16 milioni di km² di terreno fertile con l'allevamento di 125 milioni di bovini (DAVIDSON, 1976).

È noto che nelle nazioni ad economia avanzata, i pesticidi sono parte integrale dei sistemi di produzione agricola. Essi prevengono o limitano le perdite dovute ad organismi nocivi, rendono possibile agli agricoltori di avere produzioni regolari, di alta qualità (?), di razionalizzare e intensificare i sistemi di coltivazione.

Molte colture infatti, come ad esempio, alcune frutticole e ortive, uva e certe tipiche tropicali, non sarebbero più convenienti senza l'uso di queste sostanze chimiche. Qualche esempio può dimostrare ciò. Le perdite di riso in Giappone dopo l'introduzione dei pesticidi si sono ridotte da 600 a circa 200 Kg/ha e la nazione è diventata da importatrice, esportatrice di riso. La produzione di patate in U.S.A. è passata da 60-70 Q (per ettaro) prima della seconda guerra mondiale a più di 100 Q dopo l'efficace difesa delle colture da alcuni insetti dopo la guerra, fino ai 276 Q di questi

ultimi anni. Nel frattempo la superficie investita a patate si è più che dimezzata, rendendo disponibile terreno per altri usi. La coltivazione della bietola da zucchero in Europa non potrebbe continuare su una base economica senza l'uso dei pesticidi: il lavoro necessario per tenere la coltura libera da malerbe con erbicidi rappresenta meno del 10% del lavoro richiesto quando queste sostanze non sono usate. In Sardegna, senza uso di insetticidi, le pesche medio tardive e tardive verrebbero in gran parte perse per l'attacco di mosca della frutta e la produzione e la qualità dell'olio di oliva gravemente compromessi dalla mosca delle olive.

LIMITI ALL'USO DEI PESTICIDI

La massiccia utilizzazione dei pesticidi non ha però tardato a mettere in luce diversi inconvenienti.

Creazione di nuovi flagelli

L'irrorazione di pesticidi sulle piante, fatta per combattere un determinato fitofago, può portare all'insorgere di nuovi parassiti delle piante che prima erano di importanza trascurabile.

Questo, che può sembrare apparentemente un controsenso, avviene essenzialmente attraverso due meccanismi: stimolazione diretta da parte del pesticida dell'aumento delle popolazioni di altre specie dannose e/o diminuzione dei nemici naturali (spesso molto efficaci).

Nella letteratura entomologica ci sono molti esempi di questo fenomeno (DE BACH, 1974). La sostituzione dei trattamenti anti-peronosporici a base di poltiglia bordolese con quelli a base di Zineb e il cambiamento della lotta contro la tignola della vite, passata dall'uso degli arseniati a quello degli esteri fosforici, ha prodotto forti infestazioni di acari nelle vigne di molte regioni, con la conseguente necessità di compiere trattamenti acaricidi (IVANCICH GAMBARO, 1972). I trattamenti più che ventennali con dimetoato in Sardegna contro la mosca delle olive hanno fatto insorgere grandi infestazioni della cocciniglia nera (insetto di cui sono conosciuti più di 50 nemici naturali) e conseguentemente molti oliveti sono andati ricoprendosi della ben nota fumaggine.

Alcuni pesticidi inoltre causano un cambiamento della qualità del cibo di certi organismi. Ad esempio il 2,4-D usato come diserbante cambia la qualità nutrizionale del grano sicché il tasso di riproduzione degli afidi viene quintuplicato (PIMENTEL, 1971).

Inoltre la distruzione delle erbacce può portare alla concentrazione sulle piante coltivate di insetti radicolari prima indifferenti (MACELJSKI, 1968).

Resistenza

La pressione selettiva esercitata dall'introduzione su vasta scala dei pesticidi sintetici ha reso molto grave il fenomeno, già conosciuto da tempo, della «resistenza» degli organismi nocivi a queste sostanze.

Il numero di specie di insetti e acari in cui sono state riscontrati ceppi resistenti è aumentato a 364 fra le specie più importanti in campo agrario e medico veterinario. Contemporaneamente si è avuta inoltre una più larga distribuzione geografica dei ceppi resistenti e un aumento dello spettro di insetticidi tollerati. Esistono attualmente ceppi di molte specie di insetti, resistenti a tutti i principi attivi conosciuti.

La presenza di tale fenomeno induce ad aumentare le dosi ed il numero di trattamenti ed accresce inoltre i rischi connessi agli investimenti dell'industria chimica per lo sviluppo di nuovi pesticidi. Esiste in maniera fondata il rischio che la continuazione delle attuali pratiche di controllo chimico porti inevitabilmente all'esaurimento di tutte le possibilità di lotta chimica contro le specie di insetti chiave (GEORGHIOU e TAYLOR, 1976).

Il fenomeno della resistenza è conosciuto anche per fungicidi e battericidi: 34 composti su 113 hanno già determinato fenomeni di tale tipo e alcuni funghi patogeni sono diventati resistenti a 29 composti (OGAWA et al., 1977).

Casi di resistenza alla warfarina sono conosciuti in piccoli vertebrati (topi e ratti) (BUSVINE, 1976), mentre per gli erbicidi (GEORGHIOU e TAYLOR, 1976), probabilmente per il basso numero di generazioni di malerbe selezionate, non si conoscono molti esempi.

Fenomeni di resistenza e creazione di nuovi flagelli possono avere un effetto fortemente negativo sulle colture. In Alto Adige,

ad es. la *Psylla* ha raggiunto tali limiti di resistenza nei confronti dei diversi insetticidi che molti frutticoltori sono stati obbligati ad abbandonare la coltura del pero (Centro di consulenza per la Frutticoltura dell'Alto Adige, 1973).

Ma l'esempio forse più classico è rappresentato dalle colture di cotone del Centro America su cui si basa l'attività economica più importante del Nicaragua. Con l'introduzione degli insetticidi di sintesi nel 1950 la coltura fu resa possibile e la produzione crebbe fino al 1965. Ma nei successivi 5 anni la coltura entrò in crisi diminuendo al ritmo del 15,9% l'anno, compromettendo così seriamente la bilancia commerciale del Paese. Molte specie di insetti (soprattutto *Heliothis zea*) divennero resistenti agli insetticidi e il complesso dei fitofagi subì importanti cambiamenti. Gli agricoltori aumentarono le dosi dei prodotti e il numero dei trattamenti, raggiungendo persino le 48-50 applicazioni per stagione. In qualche occasione persino miscele di 5 insetticidi furono impiegate per ogni trattamento e le case di insetticidi introdussero anche nuovi prodotti non ancora registrati nei paesi d'origine, esponendo così gli agricoltori a rischi sempre più gravi. Infatti migliaia di avvelenamenti e centinaia di morti furono il risultato di questa assurda situazione (VAUGHAN e LEON, 1976).

Nel Nord-Est del Messico una situazione analoga portò alla drastica riduzione della coltura, che passò da 710.000 acri a 1200 acri nel 1970, con grandi disastri economici e aumento di disoccupazione (DEBACH, 1974).

Inquinamento ambientale

I pesticidi distribuiti nei campi coltivati, nelle foreste, sulle aree urbane, sulle zone umide; quelli perduti durante la fabbricazione, il trasporto, la distribuzione, entrano nell'ambiente e ne costituiscono una delle maggiori sorgenti di contaminazione. Essi sono assorbiti dai vari costituenti abiotici e biotici dell'ecosistema, trasportati da un posto all'altro e trasformati spesso in composti tossici. I due aspetti più importanti dell'inquinamento ambientale da pesticidi sono costituiti: dall'effetto sulle diverse forme di vita naturale attraverso l'accumulazione nelle catene alimentari e dall'effetto sull'uomo e animali domestici che assorbono queste sostanze in gran parte con gli alimenti.

I fitofarmaci usati in agricoltura e normalmente diretti sulle piante vanno in gran parte sul o nel terreno dove numerosi fattori ne influenzano il tasso di accumulazione, la degradazione o attivazione (da parte di certi microrganismi) o la decomposizione (più o meno catalizzata dai costituenti del suolo). Il fattore più importante nel determinare la persistenza è però costituito dalla natura chimica del composto. La solubilità in acqua e la polarità che influiscono sulla natura lipofila del pesticida e sulla stabilità chimica sono specialmente importanti. Gli insetticidi cloroderivati, ad es., sono molto persistenti (il DDT scompare di solito dopo 4 anni) mentre gli organofosfati lo sono meno (il parathion degrada spesso dopo 1 settimana); alcuni erbicidi durano poche settimane (2,4-D) mentre altri possono persistere più di 1 anno (simazina, propazina) (MATSUMURA, 1975).

I residui tossici sono confinati di solito nella parte più superficiale del suolo e l'acqua può dilavare le particelle contenenti queste sostanze. Grandi quantità di tali sostanze finiscono così nei fiumi e da questi nei laghi e nel mare. È stato calcolato che il Mississippi trasporta 10.000 Kg di antiparassitari all'anno riversandoli nel Golfo del Messico (MATSUMURA, 1975 ⁽¹⁾).

Più preoccupante ancora è la contaminazione dei laghi a causa del più lento tasso di ricambio dell'acqua. Sulla quantità di pesticidi nel mare esistono poche informazioni: è stato comunque calcolato che più di 1/4 della produzione di DDT finisca nell'ambiente marino passando in gran parte attraverso il fall out atmosferico (piogge, polveri, aerosols). I pesticidi entrano nell'atmosfera sotto forma di vapore o di particelle durante i trattamenti, oppure attraverso la volatilizzazione, l'erosione dei suoli, l'evaporazione delle acque, etc. I movimenti dell'atmosfera si incaricano poi di distribuire i residui dappertutto attraverso le ricadute con le piogge o con le polveri (WHEATLEY, 1976). Questo spiega come alcuni formulati persistenti siano diventati ubiquitari e siano stati ritrovati persino nel continente Antartico. Il ciclo globale di un pesticida di lunga

⁽¹⁾ Nell'inquinamento dei fiumi sembrano però svolgere maggiore importanza gli scarichi delle industrie di fitofarmaci (EDWARDS, 1973). È probabile che la maggior parte dei residui legati alle particelle organiche finiscano per cadere negli abissi ed è per questa ragione che la contaminazione marina è stata rilevata soprattutto dall'analisi degli organismi marini (EDWARDS, 1973).

durata sembra dunque essere questo: evaporazione dal terreno, dispersione nell'atmosfera, ricaduta (con le piogge) nell'oceano, deposizione nello strato superficiale dell'oceano (75-100 m), e finalmente sedimentazione negli abissi.

Ripercussioni sul mondo animale

Gli antiparassitari agiscono di solito in modo non specifico e quindi vengono colpiti non solo gli organismi verso cui i trattamenti sono diretti ma anche tutti quelli che vengono a contatto con questi veleni. Abbiamo già parlato delle modificazioni indotte dagli insetticidi sulle biocenosi, con la distruzione di parassiti e predatori entomofagi che porta al legarsi, in un circolo senza fine, sempre più alla lotta chimica e all'insorgere di altri nemici delle piante prima non dannosi. Un altro effetto negativo è rappresentato, dall'azione letale degli insetticidi sull'ape domestica, di cui è nota l'importanza oltre che come produttrice di miele e cera, etc., anche per la fecondazione di molte piante. Le popolazioni di invertebrati del suolo vengono fortemente ridotte dai trattamenti con pesticidi sia perché questi animali possono essere colpiti direttamente sia perché prima o poi vengono a contatto con i residui: Collemboli, acari, lombrichi vengono decimati ed è noto quale importanza questi invertebrati abbiano nella trasformazione della materia organica e quindi nella regolazione della fertilità del suolo.

Inoltre molluschi e lombrichi possono accumulare una quantità di insetticidi (sia organofosforici che cloroderivati) più alta di quella che si trova nel suolo comportandosi similmente agli elementi biotici presenti nelle acque marine o fluviali.

La bioaccumulazione di pesticidi lipofili (es. DDT, TCDD, etc.) è dovuta alla bassa solubilità in acqua e quindi alla tendenza di questi composti ad essere assorbiti da materiale organico contenente sostanze grasse.

Così ad esempio partendo da una concentrazione di DDT nell'acqua di 0,004 ppm si arriva a concentrazioni di 22,9 in un mollusco (*Physa*), di 8,9 in larve di zanzare (*Culex*), ed infine di 54,2 ppm in *Gambusia*, pesce predatore di queste ultime. Il pesce *Gambusia*, alla cima di questa catena ecologica concentra così di ben 270.000 volte il DDT presente nel mezzo liquido (MATSUMURA, 1975).

Il fenomeno della bioconcentrazione attraverso le catene alimentari interessa in modo drammatico gli uccelli, che spesso si trovano alla cima di questi sistemi. Specialmente gli uccelli, infatti, che si nutrono di pesci o i predatori, risultano colpiti, e l'accumulazione di pesticidi risulta sufficiente ad uccidere questi animali.

Un effetto più sottile è rappresentato dall'accumulo di insetticidi cloroderivati con conseguente riduzione dello spessore del guscio dell'uovo e quindi aumentata mortalità, accertata in Falconiformi e Strigiformi particolarmente soggetti (STICKEL, 1973).

I pesticidi possono quindi venire a contatto con l'uomo o con gli animali domestici sia per cause accidentali sia attraverso i residui nel cibo, nell'acqua e nell'aria.

Avvelenamenti acuti da pesticidi dovuti ad ignoranza, imprudenza, non osservanza delle norme di precauzione sono sempre possibili, sia per gli utilizzatori sia per il pubblico più vasto dei consumatori.

Si calcola che gli insetticidi siano responsabili di 15.000-60.000 casi di intossicazione accidentale fra i bambini americani (MATSUMURA, 1975). I casi mortali da insetticidi (in gran parte organofosforici, più tossici) in Florida sono stimati attualmente ad 8 ogni 100.000 morti (CRANMER, 1976).

Nei paesi in via di sviluppo gli avvelenamenti acuti sono senza dubbio più frequenti; nel 1972 in Iraq si ebbero centinaia di morti e migliaia di persone permanentemente handicappate a causa del consumo di grano trattato con fungicidi a base di mercurio (BAKIR et al., 1973). Il rischio di tossicità acuta da pesticidi può comunque essere ridotto attraverso la legislazione, ma soprattutto con l'educazione degli utilizzatori, con la progressiva eliminazione dei prodotti più tossici e la loro sostituzione con le sostanze meno velenose per l'uomo.

Alcuni pesticidi stabili ed i loro metaboliti possono accumularsi nell'uomo, introdotti soprattutto con l'alimentazione e quindi interessare la popolazione umana nel suo complesso ⁽²⁾.

⁽²⁾ Il caso meglio conosciuto è quello dei cloroderivati organici (es. DDT) che sono stati riscontrati nel tessuto adiposo degli uomini in tutte le parti del mondo. Esistono differenze razziali nel contenuto di DDT (i neri contengono più DDT dei bianchi), sessuali (i maschi più delle femmine), etniche, geografiche, etc.

Sono stati molto dibattuti i rischi rappresentati alla salute umana dalla globale contaminazione da parte del DDT.

Gli studi epidemiologici sui lavoratori delle fabbriche di DDT o studi su volontari che assorbivano forti dosi dell'insetticida hanno dimostrato la buona tolleranza del DDT e nessun effetto carcinogeno. Al contrario in alcuni studi epidemiologici si sono trovate alte quantità di DDT in malati di cancro. D'altra parte è ben dimostrata la formazione di tumori nei topi (e non nei ratti) a cui veniva somministrato DDT. Le dosi utilizzate erano molto alte rispetto a quella a cui è sottoposta la popolazione umana; bisogna però tener presente che tale cloroderivato si trova in più grandi quantità nel latte della donna e quindi i bambini sono sottoposti a gravi rischi.

Dal complesso dei dati attualmente a disposizione qualche tossicologo pensa che il DDT possa essere classificato come un agente oncogeno relativamente debole.

La carcinogenicità è stata dimostrata su animali di laboratorio per il BHC fra gli insetticidi organoclorati, per Mirex e Strobam per i ciclodienici, per Aldrin e Dieldrin. Al contrario esistono pochi studi sulla carcinogenicità degli organofosfati e carbammati. Il *Carbaryl*, che è uno dei carbammati più utilizzati in Italia, causa tumori nei ratti. L'acaricida Aramite provoca tumori in ratti e cani.

I dati sulla carcinogenicità dei pesticidi non sono comunque molti e spesso non chiari neppure agli specialisti. Inoltre le esperienze con animali di laboratorio non sempre sono trasferibili all'uomo, come insegna il caso della Talidomide (MATSUMURA, 1975).

Alcuni pesticidi possono essere teratogeni, cioè causare malformazione nella prole, ad es. i fungicidi a base di mercurio, o l'erbicida 2,4,5-T, che com'è noto contiene piccole quantità di diossina (TCDD) (CRANMER, 1976). Infine molti pesticidi sono mutageni, cioè influiscono sul patrimonio genetico dell'uomo e degli altri esseri viventi, e sono quindi un rischio potenziale per la popolazione (MATSUMURA, 1975). Con particolare sospetto dovrebbero essere considerate quelle sostanze la cui azione è legata all'interferenza della sintesi del DNA. Ad esempio, alcuni anticrittogamici usati per la conservazione delle mele in frigorifero, come il Benomyl e Tiofanate metil possiedono questa modalità d'azione (PONTI e SVAMPÀ, 1974) e i residui si rinvencono praticamente inalterati per tutto

il periodo di immagazzinamento sia nella polpa che nella buccia (PONTI e FLORI, 1974).

Per concludere, i benefici rappresentati dall'uso dei pesticidi possono essere inferiori ai danni sia sul piano dell'utilizzazione che sul piano molto più importante della conservazione della natura e della salute dell'uomo.

Esiste la possibilità di ridurre rischi ed effetti negativi dei pesticidi senza dover rinunciare completamente ad essi. Di fronte all'incremento demografico dell'umanità, ma anche ai pericoli sempre più probabili della degradazione della biosfera i mezzi di lotta contro gli organismi nocivi devono essere orientati non solo secondo punti di vista economici e contingenti ma anche con una visione a lunga scadenza. Il passaggio dalla lotta chimica alla lotta integrata, l'uso sempre più importante della lotta biologica possono dare risultati eccezionali. La situazione attuale non è però molto soddisfacente: le spese del mondo occidentale per l'elaborazione di metodi biologici di lotta assommano a 20 milioni di marchi, mentre le cifre investite per lo sviluppo dei metodi chimici sono pari a 350 milioni di marchi (FRANZ e KRIEG, 1975).

SITUAZIONE IN SARDEGNA

A causa dell'importanza dell'agricoltura, della varietà di coltivazioni e della loro intensità, l'Italia è uno dei paesi del mondo in cui si usano più antiparassitari (MANNELLI, 1971).

La Sardegna risultava nel 1969 la seconda regione del Centro Sud, dopo la Campania, nell'uso degli insetticidi, con circa 1730 grammi per ettaro di superficie agraria.

Questi dati possono sembrare stupefacenti, ad esempio nel confronto con la Sicilia che ha una agricoltura più importante ma che aveva consumato in quell'anno solo 690 g di insetticidi ad ettaro, se non si tiene conto dell'utilizzazione massiccia e talvolta indiscriminata che si è fatta in taluni casi in Sardegna.

Durante gli anni 1946-1950 furono utilizzati in Sardegna nella lotta antianofelica per l'eradicazione della malaria oltre 11 milioni di litri di DDT ed altri cloroderivati. La lotta antianofelica è in seguito proseguita a cura del CRAAI, che negli ultimi 10 anni ha

utilizzato oltre 232 mila Kg di insetticidi di vario tipo (CONTINI, comunicazione personale).

Il DDT è stato irrorato con aerei indiscriminatamente sulle sugherete (10.000 ettari nel 1963) per combattere alcuni defogliatori forestali (ZANARDI, 1967).

Grandi quantità di gammaesano (1/2 quintale per ettaro) sono stati utilizzati nell'Oristanese, Valle del Tirso, Campeda per la lotta alle cavallette. La campagna di deferulizzazione ha interessato 30.000 ettari di pascolo con diserbanti a base di 2,4-D (fino a 300 litri di miscela all'1% per ettaro); mentre contro il Cisto è stato utilizzato il 2,3,5-T composto, come già detto, contenente diossina e con proprietà teratogene.

Non conosciamo i danni all'ambiente ed all'uomo indotti dall'immissione di tutte queste sostanze nell'ambiente Sardo, ma alla luce di quanto conosciuto in altre parti del mondo questi devono essere senza dubbio molto gravi.

Attualmente molte di queste fonti di inquinamento da pesticidi sono state rimosse, anche per la critica costante dell'Istituto di Entomologia agraria di Sassari. Resta il problema delle colture agrarie in cui, talvolta indiscriminatamente e senza valide ragioni vengono usate grandi quantità di sostanze tossiche ad ampio spettro di azione. Ad esempio, è stato calcolato che in 7428 ettari del comprensorio di Samassi, Serramanna, Villasor vengono utilizzati oltre 660 mila Kg di pesticidi all'anno con una punta massima nella coltura del carciofo di 5,30 g al metro quadro, per le sole sostanze ad alta tossicità (VACCA, 1977).

Così è stato calcolato che per la lotta contro la mosca della frutta e dell'olivo vengono utilizzati in Sardegna ben 1227 quintali di esteri fosforici, a cui vanno aggiunti fitofarmaci usati per combattere altri insetti e diverse crittogame.

Molto si può fare e qualcosa si va facendo in Sardegna per ridurre un inquinamento infido, molto difficile da controllare e rilevare.

È chiaro però, che è necessaria una pressione continua sugli organi pubblici da parte delle associazioni naturalistiche e più in generale di tutta la popolazione, per salvaguardare la nostra salute e uno degli ambienti naturali più belli del mondo.

BIBLIOGRAFIA

- ADAM A.V., 1976 - The importance of pesticides in developing countries, 115-130. In: Pesticides and human welfare. Gunn D.L. and Stevens J.G.R. ed., Oxford University Press.
- BAKIR F., 1973 - Methyl mercury poisoning in Iraq. *Science N.Y.*, 181: 230-241.
- BUSVINE J.R., 1976 - Pest resistance to pesticides. 193-205. In: Pesticides and human welfare. Gunn D.L. and Stevens J.G.R. ed., Oxford University Press.
- Centro di Consulenza per la Frutticoltura dell'Alto Adige, 1974 - Alcune notizie sulla frutticoltura Altoatesina. 1-7, dattiloscritto.
- CRAMER H., 1967 - Plant protection and world plant production. *Pfl. Schtr. Nachr. Bayer*, 20: 1-524.
- CRANMER M.F., 1976 - Hazard of pesticide development and mammalian toxicity: carcinogenicity, teratogenicity, and mutagenicity. 719-736. In: *Proc. XV Int. Congr. Entomology, Washington, D.C.*, August 19-27, 1976.
- DAVIDSON G., 1976 - Vector-borne diseases and the need control them. 29-41. In: Pesticides and human welfare. Gunn D.L. and Stevens J.G.R. ed., Oxford University Press.
- DEBACH P., 1974 - Biological control by natural enemies. Cambridge University Press: 1-323.
- EDWARDS C.A., 1973 - Introduction. 1-3. In: Environmental pollution by pesticides. Edwards C.A. ed., Plenum Press, London and New York.
- EDWARDS C.A., 1973 - Pesticides residues in soil and water. 409-458. In: Environmental pollution by pesticides. Edwards C.A. ed., Plenum Press, London and New York.
- FRANZ J.M., KRIEG A., 1976 - Un esempio di ecologia applicata. La lotta biologica. Edagricole, Bologna, 1-208.
- FURTICK W.R., 1976 - Uncontrolled pests or adequate food? 3-12. In: Pesticides and human welfare. Gunn D.L. and Stevens I.G.R. ed., Oxford University Press.
- FURTICK W.R., 1977 - The role of pesticides in crop production. 2-133. In: Pesticides in the Environment, vol. 3, White-Stevens R. ed., Dekker, Inc., New York and Basel.
- GEORGHIOU G.P., TAYLOR C.E., 1976 - Pesticide Resistance as an Evolutionary Phenomenon. 759-785. *Proc. XV Int. Cong. Entomology, Washington, D.C.*, August 19-27, 1976.
- IVANCICH GAMBARO P., 1972 - I trattamenti fungicidi e gli acari della vite. *L'Informatore agrario*, 28 (8): 1-3.
- KLEIN W., 1976 - Environmental pollution by insecticides. 65-95. In: The Future for Insecticides: Needs and Prospects. Metcalf R.L. and Mc Kelvey J.J. ed., J. Wiley & Sons, New York/London/Sydney/Toronto.

- MACELJSKI M., 1968 - Zur Kenntnis der Wechselbeziehungen zwischen Bodenschadlingen, Unkrautern und deren Bekämpfungsmassnahmen. *Anz. Schadlingsk.*, 41 (6): 81-84.
- MANNELLI G., 1971 - L'impiego dei pesticidi in Italia. *Ist. Merceologia Chimica*, Perugia.
- MATSUMURA F., 1975 - Toxicology of insecticides. *Plenum Press*, New York and London, 1-503.
- OGAWA J.M., GILPATRICK J.D., CHIARAPPA L., 1977 - Review of plant pathogens resistant to fungicides and bactericides. *FAO Plant Prot. Bull.*, 25: 97-111.
- PIMENTEL D., 1971 - Evolutionary and environmental impact of pesticides. *Science*, 109:
- PONTI I., FLORI P., 1974 - Residui di fungicidi benzimidazolici su mele conservate in frigorifero. *Inform. fitopatol.*, 24: 15-21.
- PONTI I., SVAMPA G., 1974 - Attività e aspetti collaterali dei fungicidi benzimidazolici. *Inform. fitopatol.*, 24: 5-14.
- POWELL D., SHURTLEFF M.C., 1977 - The role of fungicides in crop production. 1-185. In: *Pesticides in the Environment*, vol. 2, White-Stevens R. ed., Dekker Inc., New York and Basel.
- STICHEL L.F., 1973 - Pesticide residues in birds and mammals. 254-312. In: *Environmental pollution by pesticides*. Edwards C.A. ed., Plenum Press, London and New York.
- THOMPSON A.R., 1973 - Pesticides residues in soil invertebrates. 57-133. In: *Environmental pollution by pesticides*. Edwards C.A. ed., Plenum Press, London and New York.
- VACCA S., 1977 - Agricoltura, un'industria sempre più inquinante. *Acqua & Aria*, 7: 499-504.
- VAUGHAM M.A., LEON G.Q., 1976 - Pesticide management on a mayor crop with severe resistance problems. 812-815. *Proc. XV Ent. Congr. Entomology*, Washington, D.C., August 19-27, 1976.
- WHEATLEY G.A., 1973 - Pesticides in the atmosphere. 365-408. In: *Environmental pollution by pesticides*. Edwards C.A. ed., Plenum Press, London and New York.
- ZANARDI D., 1967 - Osservatorio per le malattie delle piante di Cagliari. *Agricoltura*, 16: 118-124.