

ESPERIENZE SUL CONTROLLO DI *TOMICUS DESTRUENS* (WOLLASTON) (COLEOPTERA, SCOLYTIDAE)*

B. PAPARATTI¹, S. CINTI², A. LEANDRI³, V. POMPI¹, L. FORCHIELLI³

¹ Dipartimento di Protezione delle Piante, Università della Tuscia (Viterbo).

² Servizio Fitosanitario Regionale del Lazio (Roma), ex Osservatorio Malattie delle Piante.

³ Istituto Sperimentale per la Patologia Vegetale (Roma).

RIASSUNTO

Nel presente lavoro si riportano i risultati di una ricerca effettuata su una nuova metodologia di controllo del coleottero scolytideo *Tomicus destruens* (Woll.) consistente nell'iniettare insetticidi liquidi nel tronco di piante attaccate dal fitofago. La ricerca si è svolta presso il centro ENEA di Frascati (Roma). I principi attivi utilizzati sono stati: methomyl, acephate e monocrotophos in formulazione liquida. Dai risultati della prova è emerso che il miglior prodotto, per quanto riguarda l'efficacia insetticida, risulta essere il monocrotophos, seguito dal methomyl, mentre l'acephate non sembra esplicare una efficace azione di contenimento dell'infestazione. Per quanto riguarda i residui degli insetticidi testati si evidenzia che questi sono presenti in maggior quantità negli aghi e nei germogli. In particolare si è notato che dopo ben sei mesi dal trattamento si rinvenivano residui di acephate e di methamidophos negli aghi e nei pinoli di pigne lignificate.

Valutando congiuntamente sia l'efficacia insetticida che la fitotossicità, il formulato a base di methomyl risulta essere quello migliore, mentre quello a base di monocrotophos, pur presentando una buona efficacia insetticida nei confronti dell'insetto, ha fatto rilevare una maggiore fitotossicità.

Parole chiave: *Tomicus destruens* (Woll.), *Pinus*, controllo, lotta, residui

SUMMARY

EXPERIENCES ON THE CONTROL OF *TOMICUS DESTRUENS* (WOLLASTON) (COLEOPTERA, SCOLYTIDAE).

The paper reports the results of an experimental trial conducted at the Research Centre ENEA of Frascati (Rome province, Italy) on a method of defence against *B. destruens*. The trial consisted in a simple application of special formulation of insecticides in holes bored at the base of the pine trees without any pressured equipment. The active substances that compound the liquid formulations tested in the trials are methomyl, acephate, monocrotophos. The evaluation of the formulations took into consideration various aspects in particular: -insecticide's effectiveness; phytotoxicity (evaluated in hole's closing); - presence of residuals in the pine-needles, shoots and pine fruits.

The integrated approach of this evaluation has put into evidence that the methomyl formulation is the most indicated. The one based on monocrotophos resulted to be more phytotoxic while the acephate proved to have a low degree of effectiveness.

Key words: *Tomicus destruens* (Woll.), *Pinus*, control.

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni, gli attacchi di blastofago [(*Tomicus destruens* (Wollaston) Coleoptera, Scolytidae)] si sono intensificati in tutta la regione Lazio, nelle aree urbane ed extraurbane.

* Lavoro svolto con il contributo M.U.R.S.T. ex 60%.

In Ricordo di Mario Cinti.

Il fitofago è in grado di comportarsi sia da parassita secondario, attaccando piante già deperite o sofferenti, sia da parassita primario (Masutti, 1970), in quanto alterna una fase di riproduzione a carico dei tronchi di alberi indeboliti ad una fase di maturazione a spese dei germogli di piante apparentemente vigorose.

Il blastofago pur essendo in grado di compiere il suo ciclo su diverse specie del genere *Pinus* quali: *P. pinaster* Aiton, *P. halepensis* Mill., *P. radiata* D. Don, *P. brutia* Ten., sembra prediligere il pino domestico (*Pinus pinea* L.).

Nel presente lavoro si riferisce in particolare su una esperienza di controllo della popolazione adulta dello scolitide effettuata iniettando nel tronco di piante infestate dallo scolitide alcuni insetticidi liquidi. Questa tecnica può rappresentare una valida alternativa ai trattamenti a tutta chioma, generalmente improponibili in ambienti urbani e forestali per i ben noti limiti di natura tecnica ed ecologica.

In questa sperimentazione sono stati valutati:

- l'effetto dei principi attivi sulla popolazione adulta;
- la presenza di eventuali residui sui germogli, aghi e semi;
- la fitotossicità dei principi attivi impiegati.

MATERIALI E METODI

Le esperienze sono state condotte presso il Centro Ricerche ENEA di Frascati (Roma). Nel suddetto Centro, della superficie di circa 15 ha e sito ad una altezza di 200 metri sul livello del mare, sono presenti 84 piante di *Pinus pinea* L. di età compresa tra i 10 ed i 45 anni.

La sperimentazione è stata condotta su 4 tesi ciascuna composta da quattro piante di altezza compresa tra i 15 ed 20 metri ed età tra i 15 ed i 20 anni, infestate dall'insetto.

I principi attivi utilizzati sono stati: methomyl (40 L), acephate (40 L) e monocrotophos in formulazione liquida, nelle percentuali di p.a. rispettivamente del 40, 40, 50%, forniti dalla ditta Terranalisi (Tab. I). I fori per la somministrazione degli insetticidi sono stati praticati alla base del tronco, a livello del colletto, con un trapano portatile a motore. Il numero dei fori praticati per pianta (4-8) è in relazione alla circonferenza delle piante stesse. La scelta del diametro delle punte del trapano da utilizzare (10 o 12 mm) ed il numero dei fori è in funzione della dose di formulato insetticida da somministrare e del numero di fori eseguiti per pianta. Questi sono stati praticati sino ad una profondità di circa 10 centimetri. I fori sono stati praticati anche sulle piante non trattate allo scopo di uniformare le tesi trattate con il testimone.

Il trattamento è stato eseguito il 25 gennaio tra le ore 9 e le ore 11 a.m.. Il momento più opportuno per effettuare la prova, in relazione alla biologia dell'insetto, sarebbe stato il mese di agosto.

I p.a. infatti avrebbero potuto agire contro gli insetti adulti presenti, quasi esclusivamente, sulle chiome; è stato invece scelto il mese di gennaio in quanto si è dovuto tenere conto di eventuali manifestazioni di fitotossicità che, nei mesi primaverili-estivi, avrebbero potuto debilitare gravemente le piante.

Durante la sperimentazione le punte del trapano sono state disinfettate con sali quaternari di ammonio onde evitare eventuali diffusioni di patogeni da una pianta all'altra. I prodotti sono stati immessi per mezzo di una siringa graduata, senza effettuare alcuna pressione.

E' bene precisare che da un controllo preliminare, effettuato alla fine di agosto dell'anno precedente, si era evidenziata una notevole difformità dell'infestazione sulle piante delle diverse tesi; allo scopo di uniformarla si è ritenuto opportuno effettuare un taglio selettivo di alcuni getti attaccati.

In base al ciclo dell'insetto (Paparatti *et al.*, 1988; Santini *et al.*, 1989) la valutazione dell'efficacia dei vari principi attivi in sperimentazione è stata effettuata nell'ultima settimana del mese di agosto, periodo in cui gli insetti adulti si rinvergono esclusivamente all'interno delle gallerie nei germogli. L'infestazione è stata stimata direttamente sulla chioma campionando a

random 100 germogli/pianta e considerando la percentuale di germogli con gallerie scavate nell'annata dall'insetto escludendo l'infestazione pregressa. I dati percentuali sono stati trasformati in arseen prima di essere sottoposti ad analisi statistica.

Pianta N.	Prodotto Utilizzato	p.a. ml/cm	Formulato ml/cm	Circonferenza (cm)	Formulato ml/pianta	Dose: ml/foro	N. fori /pianta
1	Methomyl	0,13	0,325	124	40,3	10,1	4
2	Methomyl	0,13	0,325	133	43,2	10,8	4
3	Methomyl	0,13	0,325	157	51,0	10,2	5
4	Methomyl	0,13	0,325	174	56,6	9,4	6
1	Acephate	0,13	0,325	143	46,5	9,3	5
2	Acephate	0,13	0,325	137	44,5	8,9	5
3	Acephate	0,13	0,325	105	34,1	8,53	4
4	Acephate	0,13	0,325	250	81,25	10,1	8
1	Monocrotophos	0,13	0,260	145	37,7	9,4	4
2	Monocrotophos	0,13	0,260	220	57,2	9,5	6
3	Monocrotophos	0,13	0,260	185	48,1	8,0	6
4	Monocrotophos	0,13	0,260	188	48,9	8,15	6
1	Testimone	/	/	132	/	/	5
2	Testimone	/	/	115	/	/	4
3	Testimone	/	/	190	/	/	6
4	Testimone	/	/	160	/	/	5
	X	Z	Y	F	L	M	N

$$Y=(Zx100)/X$$

$$L= FxY$$

$$M=L/N \quad N=F/30cm$$

Tab. I - Impostazione ed esecuzione della prova.

Allo scopo di valutare l'eventuale presenza di residui dei principi attivi saggiati sono stati effettuati campionamenti a partire da febbraio fino ad agosto, una volta ogni due mesi, prelevando dalle piante oggetto della sperimentazione germogli attaccati e non dal fitofago. I germogli sono stati prelevati a tre diverse altezze della chioma mediante piattaforme aeree mobili fornite dal Centro ENEA. Inoltre nei mesi di Giugno ed Agosto sono state effettuate osservazioni dei residui anche su campioni di pinoli.

Durante la sperimentazione si è tenuto conto anche di eventuali sintomi da fitotossicità. Ciò è avvenuto sia attraverso osservazioni visive (clorosi, filloptosi, ecc.), sia mediante osservazioni effettuate sulle condizioni dei fori praticati nei tronchi. Queste ultime sono avvenute in due momenti dell'anno rispettivamente sei e dieci mesi dopo il trattamento. I fori sono stati classificati in 5 categorie (Tab. VI).

La fitotossicità è stata valutata anche per mezzo di un apparecchio lidar fluorosensore attraverso misurazioni di fluorescenza sui germogli attaccati e non, prelevati dalle chiome (Barbini et al., 1995).

Per l'analisi dei residui di monocrotophos, acephate e del suo metabolita metamidophos si è operato secondo le seguenti metodologie:

Dopo lo scongelamento dei campioni si è provveduto alla separazione dei germogli dagli aghi di pino. Per ciascuna tesi gli aghi sono stati scelti tra quelli più prossimi all'apice del rametto; sono stati pesati 5 grammi di germogli e di aghi, successivamente sminuzzati in un mortaio di porcellana. L'estrazione è stata effettuata con acetato di etile e la successiva purificazione su colonna cromatografica (celite-carbone attivo). Per l'analisi del methomyl il metodo di preparazione è stato lo stesso indicato per gli altri principi attivi, con l'unica variante del solvente di estrazione che, in questo caso, era costituito da una miscela di acetone e cloruro di metilene (1:1).

Gli estratti, dopo evaporazione, sono stati ripresi con 4 ml di metanolo RS per HPLC ed 1 ml è stato purificato per passaggio su colonna sepack C18. L'eluente, portato a secco e quindi ad 1 ml con metanolo, è stato iniettato in HPLC con derivatizzatore post colonna e detector a fluorescenza. La stessa tecnica di estrazione in mortaio è stata seguita anche per l'analisi dei pinoli e così le analisi strumentali. In questo caso la purificazione è stata condotta per tutti i principi attivi per mezzo di colonne SEP/ACK C 18 P.

RISULTATI

1. EFFICACIA DEGLI INSETTICIDI

I dati relativi all'infestazione nelle diverse tesi sono stati valutati sulla base della percentuale di getti infestati, rilevata nell'ultima settimana del mese di agosto successiva al trattamento (Tab. II).

Dall'analisi statistica (Tab. III) si evidenzia una differenza significativa ($P < 001$) tra le infestazioni rilevate sulle tesi monocrotophos e testimone; la tesi methomyl ha fatto registrare anch'essa una differenza significativa nei confronti del testimone ($P < 005$), mentre la tesi acephate non ha fatto registrare differenze significative.

Per quanto riguarda le differenze tra le diverse tesi trattate si evidenzia tra acephate e monocrotophos una differenza altamente significativa ($P < 001$); anche tra methomyl e acephate la differenza è significativa ($P < 005$). Dal confronto tra le tesi methomyl e monocrotophos non emerge alcuna significatività.

Da questi dati si evidenzia quindi che il miglior prodotto risulta essere il monocrotophos seguito dal methomyl. L'acephate non sembra invece esplicare una efficace azione sul contenimento dell'infestazione.

Tesi	Pianta N.	Prodotto Utilizzato	% di infestazione (getti infestati)	% di infestazione ArcSen(Rad Q(X/100) x180/ π)
1	1	Methomyl	0	0
	2	Methomyl	1	5,74
	3	Methomyl	2	8,13
	4	Methomyl	0,5	4,05
2	1	Acephate	1,5	7,03
	2	Acephate	4	11,54
	3	Acephate	7,5	15,89
	4	Acephate	4	11,54
3	1	Monocrotophos	0	0
	2	Monocrotophos	0	0
	3	Monocrotophos	0	0
	4	Monocrotophos	0,5	4,05
4	1	Testimone	10	18,43
	2	Testimone	4,5	12,25
	3	Testimone	12	20,27
	4	Testimone	2	8,13

Tab. II - Percentuali di infestazione (getti infestati) nelle varie tesi.

	Testimone	Methomyl	Acephate	Monocrotophos
Testimone	-	P<0,05	-	P<0,01
Methomyl	P<0,05	-	P<0,05	-
Acephate	-	P<0,05	-	P<0,01
Monocrotophos	P<0,01	-	P<0,01	-

Tab. III - Livello di significatività tra le diverse tesi.

Il grado di efficacia medio delle diverse tesi applicando la formula di Abbot (Tab.IV) ammonta a 98,31 , 87,78 e di 40,31 rispettivamente per il monocrotophos, il methomyl e l'acephate.

TESI	PRODOTTO UTILIZZATO	% DI INFESTAZIONE MEDIA	GRADO MEDIO DI EFFICACIA (Indice di Abbott)
1	Methomyl	0,87	87,78
2	Acephate	4,25	40,31
3	Monocrotophos	0,12	98,31
4	Testimone	7,12	0

Tab.IV - Percentuale di infestazione media e grado di efficacia nelle varie tesi.

Tutti i principi attivi somministrati ed il metabolita dell'acephate (methamidophos) presentano sia proprietà di copertura che una spiccata sistemicità acropeta. Pertanto sono capaci di migrare lontano dal punto di applicazione; la minore efficacia dell'acephate è dovuta ad una più elevata velocità di degradazione (WILLIS et al, 1987). Ciò è confermato anche dall'analisi dei residui presenti negli aghi dai quali si evidenzia quasi sempre una presenza più alta del monocrotophos e del methomyl in confronto all'acephate.

La notevole persistenza nei germogli (circa tre mesi) dei principi attivi somministrati nel mese di gennaio (soprattutto del methomyl), permette quindi di avere una buona copertura nei confronti dell'infestazione. A tal proposito bisogna sottolineare che non avendo effettuato analisi tese a rilevare la presenza di residui nel floema dei tronchi e delle branche, non possiamo escludere che i principi attivi, dopo che non si rinvergono più sulle chiome (germogli ed aghi) non possano ancora esplicare il loro effetto insetticida, nei confronti degli insetti quando sono all'interno delle gallerie di riproduzione.

2. VALUTAZIONE DEI RESIDUI

Non è stato possibile, dato il metodo di applicazione ed il conseguente graduale rifornimento dei principi attivi attraverso la via xilematica, calcolare i tempi di dimezzamento di questi principi attivi. Nel corso della ricerca sono stati rinvenuti residui di acephate e metamidophos su pinoli provenienti da pigne raccolte nel mese di giugno.

Un D.M. stabilisce per i p.a. i seguenti limiti massimi per i residui sui pinoli (in mg/kg): methomyl 0,05; acephate 0,02; methamidophos 0,01; monocrotophos 0. In base ai risultati riscontrati (Tab.V) i valori di residuo trovati per acephate e methamidophos sono superiori, per i pinoli campionati il 15 giugno, a quanto ammesso dalla legge, mentre rientrano nella norma (residuo al di sotto del limite di rivelazione) i pinoli campionati il 30 agosto, al momento della possibile utilizzazione degli stessi.

Si evidenzia, inoltre, come l'accumulo dei principi attivi somministrati sia di gran lunga maggiore negli aghi che nei germogli quindi, come del resto era da attendersi, le parti verdi apicali sono il punto di maggior richiamo dei prodotti chimici somministrati.

GERMOGLI	06.02	08.02	10.02	11.04	15.06	30.08
Monocrotophos	0,5	2,76	1,19	0,02	tracce	-
Acephate	0,64	0,54	0,76	0,20	tracce	-
Methamidophos	0,21	0,15	0,15	0,90	tracce	-
Methomyl	3,35	0,48	0,43	1,74	tracce	-

AGHI	06.02	08.02	10.02	11.04	15.06	30.08
Monocrotophos	15,22	25,13	19,80	1,45	tracce	-
Acephate	6,93	3,67	3,55	0,73	0,23	-
Methamidophos	1,22	0,59	0,69	0,34	0,07	-
Methomyl	5,36	9,16	8,78	15,8	tracce	-

PINOLI	06.02	08.02	10.02	11.04	15.06	30.08
Monocrotophos					0	-
Acephate					0,09	-
Methamidophos					0,04	-
Methomyl					0	-

Tab. V - Residui dei principi attivi nei germogli, aghi e pinoli in date successive, i valori sono espressi in mg/kg.

Il methomyl ed il monocrotophos sono quelli che si rinvennero in maggior quantità sugli aghi e sui germogli a breve distanza dal trattamento. La persistenza del methomyl sembra essere maggiore rispetto a quella degli altri p.a.. A partire dal mese di giugno si rinvennero sugli aghi residui determinabili analiticamente solo di acephate e methamidophos. Per poter paragonare i dati di efficacia e quelli dei residui bisognerebbe comunque conoscere la concentrazione minima letale relativa all'insetto tutt'ora ignota. Questo servirebbe anche a definire con maggior precisione le dosi da applicare.

3. VALUTAZIONE DELLA FITOTOSSICITÀ

Le piante non hanno evidenziato ingiallimenti degli aghi o altri sintomi imputabili al trattamento. L'osservazione dei fori, effettuata dopo sei e dopo dieci mesi dal trattamento (Tab. VI) mostra chiaramente che dopo 6 mesi la tesi acephate è risultata essere la peggiore, in quanto le piante trattate con questo p.a. sono quelle che hanno la maggiore percentuale di fori ancora aperti ("a") dopo sei mesi dal trattamento. Il monocrotophos è l'unico principio attivo che non ha fori nella categoria "a".

Nell'ambito della categoria "d", si ritrova oltre l'80 % dei fori presenti su piante della tesi testimone; in questa categoria, anche se in percentuali minori e non molto differenti tra di loro, sono presenti anche le tre tesi trattate. Si evidenzia quindi, dopo 6 mesi, una riduzione della capacità di reazione delle piante nella occlusione dei fori del vegetale trattato rispetto al non trattato, ciò è probabilmente dovuto ad una azione di tipo fitotossico dei principi attivi o dei coadiuvanti nei riguardi delle piante.

Dopo 10 mesi dal trattamento (Tab. VI) si evidenzia come le piante trattate con il methomyl non presentino fori delle categorie "b" e "c"; anche l'acephate presenta una bassa percentuale di fori non ancora completamente chiusi.

TESI	PIANTA N.	PRODOTTO UTILIZZATO	NUMERO FORI	CHIUSURA FORI DOPO 6 MESI	CHIUSURA FORI DOPO 10 MESI
1	1	METHOMYL	4	d,a,d,d	e,d,e,d
	2	METHOMYL	4	d,b,d,d,	e,d,d,e
	3	METHOMYL	5	C,d,d,a,d	e,e,d,d,e
	4	METHOMYL	6	c,d,c,c,c,d	e,e,e,e,d,d,
2	1	ACEPHATE	5	A,a,a,a,a	e,d,e,c,d
	2	ACEPHATE	5	D,d,c,d,b	e,e,e,d,d,
	3	ACEPHATE	4	d,d,d,d	e,c,e,d
	4	ACEPHATE	8	d,d,c,d, c,c,c,d	d,e,e,e, d,d,e,d
3	1	MONOCROTOPHOS	4	d,c,b,d	e,d,c,d
	2	MONOCROTOPHOS	5	B,d,d,b,d	e,e,d,e,e,e,
	3	MONOCROTOPHOS	6	c,d,c,c,b,d	c,e,e,d,c,c
	4	MONOCROTOPHOS	6	d,d,d,b,c,d	e,b,e,c,e,e
4	1	TESTIMONE	5	D,d,d,d,d	e,d,e,e,e,
	2	TESTIMONE	4	d,d,d,d	e,e,d,d
	3	TESTIMONE	6	d,d,d,d,d,d	e,e,e,e,d,d
	4	TESTIMONE	5	B,d,b,b,b	e,e,e,d,e

Tab. VI - Stato dei fori dopo 6 e 10 mesi dal trattamento.

Legenda: a: foro aperto; b: foro parzialmente riempito di resina liquida; c: foro parzialmente riempito di resina non completamente solidificata; d: foro parzialmente riempito di resina solidificata; e: foro chiuso

Il monocrotophos, invece, risulta essere il p.a. che presenta complessivamente il maggior numero di fori in stadi di chiusura incompleta ("b" e "c"). Sul testimone la chiusura completa dei fori è risultata molto elevata, con il 70% di questi completamente chiusi.

Complessivamente anche nelle tesi trattate la chiusura dei fori è risultata essere percentualmente buona. Nella categoria "e" infatti sono ascrivibili i fori nei quali si è osservato sia la pressoché completa occlusione del lume ad opera del callo sia il riempimento dell'intera lunghezza del foro con resina.

Le osservazioni effettuate per mezzo del lidar fluorosensore non hanno evidenziato effetti di fitotossicità, stimata come, riduzione della capacità fotosintetica tra le piante trattate e le testimone, come evidenziato nei particolari in un altro lavoro (BARBINI et alii, 1995).

CONCLUSIONI

I risultati evidenziano che il formulato a base di methomyl si è dimostrato molto efficace sia per il controllo dell'infestazione sia per la sua bassa fitotossicità. Il monocrotophos invece, pur presentando una maggiore efficacia nel controllo dell'insetto ha fatto rilevare una maggiore fitotossicità. Anche BATTISTI et al. (1994), in prove effettuate su pino contro *Thaumetopoea pityocampa* Den. et Schiff, affermano che, nei confronti di questo fitofago, il migliore principio attivo, tra quelli testati, risulta essere stato il methomyl.

La metodologia da noi utilizzata in questa prova ha un costo relativamente contenuto (2025.000 lire/pianta), comparabile a quello del metodo di aspersione del p.a. sulle chiome. Di notevole interesse pratico è risultato essere la difesa meccanica consistente nel taglio dei getti infestati, effettuata entro la prima settimana del mese di settembre. Tale mezzo di lotta consente di ottenere un congruo controllo dell'infestazione in quanto, in quel periodo, gli adulti risultano massicciamente presenti sulle chiome. Questa tecnica, molto onerosa, può essere consigliata per combattere questo

esiziale fitofago nella fase iniziale di attacco alle chiome su piante di particolare pregio o valore storico.

LAVORI CITATI

- BARBINI R., COLAO F., FANTONI R., PALUCCI A., RIBEZZO S., CINTI S., PAPARATTI B., 1995. Monitoraggio mediante lidar fluorosensore di piante di pino domestico attaccate dal Coleottero Scolitide Blastofago distruttore (*Blastophagus destruens* Woll.) al Centro ENEA di Frascati. Atti ENEA, Dipartimento Innovazione, RT/INN/95/27.
- BATTISTI, A.; GALBERO, G.; LODI, M.. 1994. Primi risultati nella lotta contro la processionaria del pino mediante iniezioni al tronco. *La Difesa delle Piante*, 16(1/2):33-41.
- MASUTTI L.. 1970. Predisposizione delle specie forestali agli attacchi degli artropodi. *Annali Accad. ital. Sc. Forestali (Firenze)*, 375-392.
- PAPARATTI B., PRESTININZI M.. 1988. Il Blastofago distruttore, grave minaccia per le pinete mediterranee. *Giornale di Agricoltura*, 98(39):33-38.
- SANTINI L., PRESTININZI M.. 1989. Il *Tomicus destruens* nelle pinete tosco-laziali: Biologia e possibilità di controllo. Atti Giornate di Studio sulle avversità del Pino, Ravenna 6-7 novembre, pp.232-241.
- WILLIS G.H., Mc DOWELL L.L.. 1987. Pesticide persistence on foliage. *Reviews of environmental contamination and toxicology*, 100:23-75..