

APPUNTI E SEGNALAZIONI

Aspetti dell'influenza dei diserbanti sulla fauna

Rassegna sintetica

Il progresso a cui tende l'agricoltura moderna impone la messa in atto di monocolture estese su ampie superfici nelle quali le tecniche agromomiche apportano radicali modifiche variando le condizioni preesistenti e causando la riduzione di alcune specie e la moltiplicazione di altre. Molte specie non riescono a sopravvivere in una comunità biologica tanto impoverita mentre poche si adattano alla nuova situazione e divengono così dominanti occupando rapidamente il vuoto lasciato da quelle obbligate a soccombere. Si creano in tal modo sistemi ecologici particolari (agrobiocenosi) in cui diviene indispensabile proteggere le colture dai nemici animali e vegetali.

Accanto ai problemi di difesa insorgono però numerosi interrogativi derivanti dagli effetti collaterali e dall'attività a lungo termine dei diversi antiparassitari.

Un aspetto particolare di tale multiforme problema trae origine dall'impiego dei diserbanti che, negli ultimi due decenni, è andato continuamente estendendosi. Dell'argomento si sono interessati vari studiosi, fra cui in Italia SERVADEI (1966). Tenuto conto che dalla qualità e dalla quantità degli organismi vegetali dipende in gran parte la vita del mondo animale, risulta ben chiara l'influenza dei diserbanti, i quali contribuiscono ad alterare i vari ecosistemi e ad interrompere alcune delle innumerevoli catene alimentari esistenti in natura. La loro azione si esplica soprattutto indirettamente attraverso la soppressione totale o parziale di certe specie vegetali: ciò impone un adeguamento da parte di quelle entità animali strettamente legate ad una pianta che sono così destinate a scomparire o a trasferirsi. La distruzione o la diminuzione di vegetali spontanei può avere anche altre conseguenze notevoli se pur meno appariscenti; basti pensare alle specie che offrono bottino alle api o a quelle dei cui semi si cibano molti uccelli (MOORE, 1967; FRYER e EVANS, 1968).

Gli studi concernenti gli effetti degli erbicidi sugli animali (fatta eccezione per le prove di tossicità acuta e cronica nei riguardi dell'uomo e di Vertebrati omeotermi) scarseggiano: quanto meno, le indagini sono frammentarie e ristrette a un limitato numero di specie e di gruppi. A proposito della velenosità per l'uomo sono stati constatati rarissimi casi di intossicazione con erbicidi dipiridilici (CALDERBANK, 1968) ed un solo caso di morte causato da erbicidi di tipo auxinico (WAY, 1969). Fra gli operatori addetti alla produzione di tali diserbanti possono notarsi casi di dermatiti. Alle dosi di comune impiego nessun danno diretto è rilevabile a carico

del bestiame che sia stato nutrito con foraggi trattati, né è stato possibile riscontrare accumulo nei tessuti o trasferimento nel latte del principio attivo. Rischi secondari possono risultare dalle modificazioni che derivano in qualche costituente dei vegetali; ad esempio in certe specie foraggiere si registra, come conseguenza al trattamento con erbicidi auxinici, una trasformazione dei nitrati in nitriti, tossici per il bestiame.

Qualche studio (DEWITT et al., 1963; McGALVREY e STEENIS, 1964) riferisce di lievi danni causati all'avifauna da alcuni diserbanti. Merita ricordare una prova condotta su esemplari di *Branta canadensis* (Anseriformi Anserini) (SHELDON et al., 1964) alimentati con dieta contenente 2,4-D; negli animali sacrificati dopo un certo numero di giorni si sono osservati danni a carico dei reni e del fegato, danni che, per altro, sono ritenuti reversibili.

La tossicità diretta, in genere, dipende oltre che dalla natura chimica del principio attivo, anche dalla formulazione (WAY, 1969) e dalla persistenza che, nel terreno, varia da qualche settimana a pochi mesi e solo in qualche caso si protrae per un anno (KEARNY et al., 1969).

Indagini di particolare interesse riguardano gli effetti degli erbicidi sulla pedofauna; l'importanza di tali studi è connessa con l'essenziale contributo che le specie ipogee apportano nella formazione dell'*humus*. Nel susseguirsi dei fenomeni di umificazioni che prendono l'avvio dai tessuti vegetali viventi è difficile individuare quale tappa possa venir soppressa o anche soltanto rallentata o deviata senza recare danno e ancor più arduo è stabilire in tale processo il ruolo dei diserbanti, la cui attività si estrinseca molto variabilmente nei confronti dei diversi gruppi di animali.

In generale però si può dire che, mentre gli effetti diretti sono poco apprezzabili, quelli indiretti sembrano avere maggior peso e sono in rapporto oltre che alla minor disponibilità di nutrimento, anche alle modifiche che gli erbicidi esercitano su alcuni caratteri fisici del suolo, come umidità, aerazione, temperatura. Ciò è dovuto sia all'accumulo dei vegetali disseccati o morti sul terreno, sia al diverso indirizzo che viene dato, rispetto alla norma, alle pratiche agronomiche, quando si effettuano trattamenti diserbanti.

Fra gli Artropodi i gruppi più studiati sono quelli dei Collemboli e degli Acari le cui popolazioni, in genere, subiscono accentuate riduzioni numeriche protratte nel tempo ad opera delle s-triazine: in particolare l'atrazina influisce negativamente su Collemboli, larve di Coleotteri Elateridi e Miriapodi (Fox, 1964), la simazina (fino a 1/3-1/2 dei valori iniziali) su Acari predatori, Collemboli Isotomidi, larve di Ditteri e di Coleotteri (VAN DEN BRUEL, 1964; EDWARDS, 1965; HARRIS et al., 1968). Prove condotte con s-triazine, oltre che con derivati dell'urea, per l'eliminazione di *Lupinus luteus* hanno permesso a HONCZARENKO (1969) di accertare che tali principi fanno diminuire il numero di Coleotteri Curculionidi, Carabidi e Stafilinidi (gruppi di insetti fra i maggiormente rappresentati nei terreni di prova).

Al contrario, i fenossiderivati hanno su Acari e Collemboli scarsa azione ed è frequente osservare una diminuzione iniziale delle popolazioni seguita da rapida ripresa (Fox, 1964; VON BAUDISSIN, 1952; RAPOPORT e CANGIOLI, 1963; VAN DER DRIFT, 1963; KARG, 1964; EDWARDS, 1965).

Anche DAVIS (1965), con una serie di accurate prove eseguite lungo l'arco di 10 anni, ha potuto stabilire che non si registra alcuna differenza né qualitativa né quantitativa in popolazioni di Acari e Collemboli in aree trattate con MCPA rispetto ad aree non trattate. Un aumento di tali Artropodi e di Miriapodi è invece registrata ad opera del TCA e del dalapon (Fox, 1964).

Un recente approfondito studio di CURRY (1970) ha messo in luce il comportamento di varie specie di Artropodi del suolo (Acari, Sinfili, Pauropodi, Proturi, Collemboli, larve di Ditteri e di Coleotteri) paragonandone le fluttuazioni numeriche rispettivamente in terreni incolti e in aree messe a coltura senza preventivi trattamenti o, viceversa, seminate dopo distribuzione di paraquat o di dalapon. L'Autore conclude che le modifiche delle caratteristiche degli strati superficiali derivanti dalle operazioni culturali o dalla distribuzione degli erbicidi conseguono effetti simili e si concretano in un'iniziale diminuzione delle popolazioni che dopo alcuni mesi ritornano ai valori di partenza o, in qualche caso, si portano a percentuali più elevate. Negli strati sottostanti la distribuzione risulta pressochè uniforme.

E' per altro noto che lavorazioni al terreno, concimazioni organiche e variazioni del pH influiscono sulla composizione della fauna del suolo. Se si comparano campi coltivati con aree non coltivate o con pascoli si può osservare che nei primi il numero delle specie di Artropodi è inferiore rispetto ai secondi; così, in suoli trattati con erbicidi disseccanti e coltivati senza aratura, all'azione diretta dei diserbanti sugli animali e sulla flora, si aggiungono gli effetti inerenti alla struttura fisica del terreno, in specie alla porosità che, a sua volta, si riflette sui vari fattori del microambiente (circolazione d'aria, temperatura, umidità).

EDWARDS e LOFTY (1969) hanno osservato che in suoli trattati in questo modo rispetto ad altri coltivati tradizionalmente, mentre in un periodo iniziale il numero degli Acari Prostigmati e Mesostigmati e dei Collemboli che vivono in superficie è poco modificato, quello degli Acari Criptostigmati e dei Collemboli che vivono in profondità risulta molto ridotto. Tuttavia dopo 6 mesi dal trattamento non vi sono più differenze: tutte le popolazioni riprendono la consistenza che presentavano prima dei trattamenti.

Gli stessi Autori sono del parere che gli erbicidi esercitino sugli Artropodi un'influenza indiretta, distruggendo erbe spontanee di cui essi si nutrono. Infatti una prova di tossicità diretta effettuata con parecchi diserbanti è risultata positiva solo nei confronti di simazina e di un nitrofenolo (DNOC) i quali hanno provocato una diminuzione delle popolazioni di Artropodi nei suoli sperimentati. Tuttavia il numero degli individui è tornato ai livelli normali circa 6 mesi dopo il trattamento ossia corrispondentemente al periodo di persistenza dei due diserbanti. Al confronto, un fumigante clororganico (DD), parimenti sperimentato, pur persistendo per un periodo assai più breve, ha manifestato effetti più duraturi sulle popolazioni di Artropodi che hanno impiegato un tempo maggiore per riportarsi al valore iniziale. Ciò dimostra che gli effetti di un principio chimico dipendono tanto dalla tossicità, quanto dalla persistenza.

Nell'ambito della pedofauna riveste particolare rilievo l'influsso che i diserbanti esercitano sui lombrichi, data l'importanza che questi assumono

nel rimaneggiamento dei suoli e nella formazione dell'*humus*. Si è visto, ad esempio, che i nitrofenoli hanno scarsa attività (VAN DER DRIFT, 1963), mentre un declino delle popolazioni può essere causato da s-triazine (EDWARDS, 1965; HONCZARENKO, 1969), da TCA (Fox, 1964). BACHELIER (1963) ha stabilito che un fenossiderivato (il 2,4-D) non esercita alcuna influenza sui lombrichi del suolo, alle dosi normalmente impiegate mentre HARP e CAMPBELL (1964) riportano un aumento di Oligocheti acquatici dopo trattamento con un altro fenossiderivato (sale potassico di 2,4,5-TP), mettendo in relazione tale fenomeno con l'accumulo di materiale detritico che fornisce nutrimento a queste specie. Anche secondo HARRIS et al. (1968) lombrichi dei generi *Lumbricus* e *Helodrilus* non risentirebbero dell'azione della simazina. GHABBOUR e IMAM (1967) hanno effettuato prove di tossicità diretta con diserbanti dei gruppi maggiormente impiegati (atrazina, 2,4-D, monuron e 3-aminotriazolo) su alcune specie di Oligocheti, fra le più frequenti nei campi coltivati in Egitto (*Allolobophora caliginosa*, *Pheretima californica*, *Alma nilotica*, *Alma* sp.), immergendo gli individui in soluzioni a diverse concentrazioni degli erbicidi. La resistenza dei soggetti utilizzati per l'esperimento varia in rapporto alla specie e al diserbante: complessivamente la specie più resistente è *A. caliginosa* seguita, nell'ordine, da *A. nilotica* e *P. californica*. Un altro lumbricide, *Eisenia foetida*, di costumi acquatici, è molto più suscettibile al monuron delle altre specie: probabilmente proprio il diverso modo di vita è responsabile di una diversa risposta fisiologica.

Alla conclusione che i trattamenti erbicidi di comune pratica hanno azione di scarso rilievo sulla sopravvivenza e sul potere riproduttivo di *Lumbricus terrestris* e di *Eudrilus eugeniae* sono giunti CASELEY e ENO (1966) i quali riferiscono però un altro fatto di notevole interesse biologico: negli stessi terreni hanno osservato una forte diminuzione di Rotiferi del gen. *Bdelloidea* provocata non da tossicità diretta ma dalla riduzione delle alghe di cui si nutrono i protozoi.

Altro campo di studio assai interessante riguarda l'impiego degli erbicidi in corsi, distese d'acqua e campi sommersi. I rapporti fra diserbio in ambiente acquatico e fauna sono assai complessi e dipendono, oltre che dall'effettiva tossicità dell'erbicida e dalle dosi impiegate, anche dalla formulazione, dalle caratteristiche dell'acqua, dal tempo di persistenza e dalle modalità di degradazione del prodotto. Di norma alle dosi di comune impiego non si registrano casi di tossicità a carico dei pesci da parte di erbicidi dipiridilici (SWAN, 1967; CALDERBANK, 1970; NEWMANN, 1967) mentre altri principi, come il 2,4-D, sono stati trovati dannosi a questi vertebrati in altri casi (ALABASTER, 1967) sia provocando un certo grado di moria sia riducendo la gradevolezza dei caratteri organolettici. [Ampia bibliografia al riguardo in JOHNSON (1963), oltre che in « Water Pollution Abstracts » e in « Pesticide-Wildlife Studies », U.S. Dep. Interior, Fish Wildlife Serv., Washington (1)].

(1) Mentre la nota era in corso di stampa, è stata pubblicata sull'argomento una importante recensione bibliografica: BLUMENBACH D., 1971 - Pestizide in der Umwelt. Mitt. biol. Bund. Anst. Ld-u. Forstw., 141: 1-146

In particolare risultano indirettamente dannosi alla fauna ittica i cambiamenti che gli erbicidi inducono nel plancton che ne rappresenta il sostentamento (WALKER, 1964 a e b; COWELL, 1965 a e b); così, ad esempio, una prova effettuata con diversi erbicidi usati nel diserbo in acqua, ha permesso di rilevare che alcuni di essi (arsenito di sodio, 2,6-DBN, molinate, propanil) alle dosi di comune impiego sono tossici per *Daphnia magna* (CROSBY e TUCKER, 1966).

E' stato anche rilevato che l'impiego di diserbanti in acqua ha influenza sul bilancio dell'ossigeno libero presente e si è potuto appurare che ciò dipende dalle variazioni indotte nei fenomeni di assimilazione del gas ad opera dei microrganismi aerobi (JOHANNES, 1967).

Similmente, i processi di marcescenza dei vegetali che si accumulano morti dopo i trattamenti depauperano l'acqua di ossigeno a detrimento degli organismi viventi.

D'altra parte l'ammasso di parti di piante in decomposizione è vantaggioso per i gruppi di animali aventi regime detritico (NEWMANN, 1965, 1967): a tale effetto sono riferibili le osservazioni che registrano un aumento delle popolazioni di Oligocheti, di larve di Ditteri (particolarmente Chironomidi) in acque trattate con diquat e paraquat.

Similmente agisce negli stagni il silvex (HARP e CAMPBELL, 1964) che sembra non avere azione su lumache e sanguisughe; lo stesso composto deprime le popolazioni di forme giovanili di Libellulidi che si riprendono dopo circa un anno dai trattamenti.

A modifiche ambientali sono riferibili anche i risultati di prove effettuate allo scopo di eliminare in corsi d'acqua l'Idrocaritacea infestante *Elodea canadensis* mediante diquat (HILSENHOFF, 1966): la quasi totale scomparsa di tale pianta ha avuto come conseguenza la drastica diminuzione di specie di Molluschi e di Crostacei Anfipodi ad essa strettamente vincolate, mentre altre entità che albergavano sullo stesso vegetale ma con legame meno stretto, erano migrate su altre piante.

Interessanti alcuni reperti preliminari riguardanti i Nematodi del suolo. Erbicidi del gruppo delle s-triazine riducono, secondo HARRIS et al. (1968), le popolazioni di Nematodi in laboratorio inducendo fatti degenerativi nei tessuti delle gonadi e diminuendo, in tal modo, il potenziale riproduttivo. WAY (1969) invece registra un aumento di popolazioni di certe specie di Nematodi ed associa tale fatto alla considerazione che l'impiego di diserbanti auxinici può favorire lo sviluppo delle piante ospitanti tali organismi.

CORBETT e WEBB (1970) hanno studiato le oscillazioni numeriche e qualitative di Nematodi in terreni diversi (uno marnoso-sabbioso, l'altro saliceo-argilloso), mettendo a confronto parcelle arate con parcelle seminate direttamente dopo trattamento disseccante. Essi hanno potuto concludere che il cambiamento nella struttura fisica del suolo associato con la semina diretta influisce sulla composizione numerica della popolazione nei Nematodi favorendo certe specie ed ostacolandone altre. Ciò sembra dipendere, essenzialmente, dal fatto che le dimensioni dei pori diminuiscono rendendo difficile lo spostamento di certe specie.

I reperti riguardanti l'azione dei diserbanti su insetti epigei sono scarsi. Studi (ADAMS, 1960; ADAMS e DREW, 1965) condotti sui rapporti

di popolazioni di Afidi e di Coccinellidi predatori in campi di grano trattati con erbicidi (sali aminici di 2,4-D) hanno messo in luce che le larve di *Coccinella transversoguttata*, di *C. trifasciata perplexa* e di *Hippodamia tredecimpunctata* risentono negativamente dell'azione del diserbante che, al contrario, sembra non influire sulle specie di Afidi presenti (*Rhopalosiphum padi*, *R. maidis*, *Macrosiphum avenae*). In successive prove di laboratorio si è constatato che larve di diverse età di questi Coccinellidi trattate con lo stesso principio attivo hanno manifestato valori di mortalità quadrupli rispetto ai testimoni, mentre gli individui sopravvissuti hanno prolungato, nei confronti della norma, il periodo di impupamento.

Sull'influenza degli erbicidi riguardo alla fecondità e alla longevità di Afidi hanno sperimentato ROBINSON (1959) e MAXWELL e HARWOOD (1960). Il primo ha osservato popolazioni di *Acyrtosiphon pisum* su fave trattate con fenossiderivati (derivati del 2,4-D, MCPA, 2,4,5-T) e con idrazide maleica: soltanto quest'ultima sembra aumentare la mortalità delle ninfe e ridurre la fecondità degli adulti. Gli altri Autori hanno invece preso in considerazione, sempre su fave sottoposte a trattamenti di 2,4-D a diverse concentrazioni, il comportamento di popolazioni di *Macrosiphum pisi*. Essi hanno osservato che la longevità degli adulti non varia, mentre aumenta notevolmente la fecondità delle vivipare ed hanno messo in relazione questo fenomeno con le variazioni del contenuto in aminoacidi nelle piante. Anche ISHII e HIRANO (1963) riferiscono l'incremento della crescita di larve del Lepidottero *Chilo suppressalis* che si sono nutrite su riso trattato con 2,4-D all'aumento del contenuto in aminoacidi nelle piante, poichè l'effetto non si è ripetuto in larve alimentate con dieta artificiale contenente lo stesso erbicida.

Interessanti alcuni dati che riguardano gli effetti di fenossiderivati sulle api. WAHLIN (1950) ha osservato che 2,4-D e MCPA sono tossici per questi Imenotteri quando suggono nettare o acqua su piante sottoposte a trattamento erbicida. Altri Autori (PALMER-JONES, 1964; ANTOINE, 1966) riportano che gli stessi composti possono essere dannosi alle api particolarmente per le modifiche di natura chimica che indurrebbero nel nettare, rendendolo tossico. La velenosità del principio attivo dipende anche dalla sua formulazione.

Uno sguardo sintetico ai dati riportati, che pur si presentano talora non uniformi o addirittura in apparente contrasto, permette di trarre alcune conclusioni.

L'uso degli erbicidi provoca sulla fauna alterazioni che sono di rado e in modo per lo più lieve di natura diretta, mentre può incidere pericolosamente sull'ambiente modificandone aspetti essenziali. Infatti la diffusione dei diserbanti porta all'impoverimento della flora, con successiva limitazione, talora drastica, degli animali che ad essa sono infeudati e degli altri che a questi, in un modo o nell'altro, si associano.

E' quindi evidente che le conseguenze del diserbo, piuttosto che in terreni messi a coltura, si fanno risentire in zone con manto florale spontaneo, lungo i bordi incolti di aree coltivate e, particolarmente, in ambiente acquatico.

Assumono inoltre primario ruolo nel problema due componenti: la periodicità dei trattamenti e la capacità selettiva degli erbicidi (SCHNEIDER, 1966; MOORE, 1967). Il diserbo totale di un'area circoscritta effettuato una sola volta distrugge quasi completamente la vita ma lascia adito all'inizio di una nuova successione, mentre la soppressione continuata di poche specie vegetali su un territorio vasto ha conseguenze più gravi poiché può annullare, senza possibilità di ricupero, intere biocenosi. Può anche accadere che alcune specie animali, in mancanza del vegetale preferito, si adattino ad altri sovvertendo serie viventi ormai consolidate.

Il rischio implicato nell'uso dei diserbanti consiste dunque essenzialmente in possibili modifiche dell'ecosistema con eliminazione su estese superfici di specie vegetali ed animali. Va tenuto presente che in natura non esistono organismi inutili: tutti hanno importanza, anche se noi non ne conosciamo il ruolo, nel ciclo della materia vivente.

PIERANTONIO ROTA e GRAZIELLA SERINI BOLCHI

BIBLIOGRAFIA

- ADAMS J. B., 1960 - Effects of spraying 2,4-D amine on Coccinellid larvae. *Can. J. Zool.*, 38: 285-288.
- ADAMS J. B., DREW M. E., 1965 - Grain aphids in New Brunswick. III. Aphid populations in herbicide-treated oat fields. *Can. J. Zool.*, 43: 789-794.
- ALABASTER J. S., 1967 - Estimating the effect of herbicides on fish. *Ergebn. 2. int. Wasserpflanzen Symp., Oldenburg*: 178-180.
- ANTOINE O., 1964 - Les antiparasitaires et les animaux domestiques, risques pour les poissons, les abeilles et la vie sauvage. *Parasitica*, XXII: 107-114.
- BACHELIER G., 1963 - La vie animale dans les sols. Off. Rech. sci. tech. Outre-Mer, Paris: 1-279.
- CALDERBANK A., 1968 - The bipyridylum herbicides. *Adv. Pest Control Res.*, 8: 127-235.
- CASELEY J. C., ENO C. F., 1966 - Survival and reproduction of two species of earthworm a rotifer following herbicides treatments. *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.*, 30: 346-350.
- CORBETT D. C. M., WEBB R. M., 1970 - Plant and soil nematode population changes in wheat grown continuously in ploughed and in unploughed soil. *Ann. appl. Biol.*, 65: 327-335.
- COWELL B. C., 1965a - The effects of sodium arsenite and silvex on the plankton populations in farm ponds. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 94: 371-377.
- COWELL B. C., 1965b - The effects on silvex on aquatic vegetation and plankton in central New York farm ponds. *Down to Earth*, 21: 19-20.
- CROSBY D. G., TUCKER R. K., 1966 - Toxicity of aquatic herbicides to *Daphnia magna*. *Science, N.Y.*, 154: 289-291.
- CURRY J. P., 1970 - The effects of different methods of new sward establishment and the effects of the herbicides paraquat and dalapon on the soil fauna. *Pedobiologia*, 10: 329-361.
- DAVIS B. N. K., 1965 - The immediate and long-term effects of the herbicide MCPA on soil Arthropods. *Bull. ent. Res.*, 56: 357-366.
- DEWITT J. B., STICKEL W. H., SPRINGER P. F., 1963 - Wildlife Studies, Patuxent Wildlife Res. Center. *Pesticide-Wildlife Studies* (1961-62), U.S. Dep. Interior Fish Wildlife Serv., Washington, circ. 167: 74-96.
- EDWARDS C. A., 1965 - Effects of pesticide residues on soil invertebrates and plants. *Fifth Symp. Brit. Ecol. Soc.*: 239-261.

- EDWARDS C. A., LOFTY J. P., 1969 - The influence of agricultural practice on soil micro-arthropod populations. In: *The soil Ecosystem*, London: 237-247.
- FOX J. S., 1964 - The effects of five herbicides on the numbers of certain invertebrate animals in grassland soil. *Can. J. Pl. Sci.*, 44: 405-409.
- FRYER J. D., EVANS S. A., 1968 - Weed control handbook. I, Blackwell Sci. Publ., Oxford-Edinburgh: 1-494.
- GHABBOUR S. I., IMAM M., 1967 - The effect of five herbicides on three Oligochaete species. *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, IV: 119-122.
- HARP G. L., CAMPBELL R. S., 1964 - Effects of the herbicides silvex on benthos of a farm pond. *J. Wildl. Mgmt.*, 28: 308-317.
- HARRIS C. I., KAUFMAN D. D., SHEETS T. J., NASH R. G., KEARNEY P. C., 1968 - Behavior and fate of s-triazines in soils. *Adv. Pest Control Res.*, 8: 1-55.
- HILSENHOFF A., 1966 - Effect of diquat on aquatic insects and related animals. *J. econ. Ent.*, 59: 1520-1521.
- ISHII S., HIRANO C., 1963 - Growth responses of larvae of the rice stem borer to rice plants treated with 2,4-D. *Entomologia exp. appl.*, 6: 257-262.
- HONCZARENKO J., 1969 - Preliminary investigations on the action of some herbicides on soil insects and dewworms. *Polskie Pismo ent.*, 39: 567-578 (in polacco).
- JOHANNES H., 1967 - Ueber die Anwendung von Herbiziden an Gewässern. *Mitt. biol. BundAnst. Ld-u. Forstw.*, 126: 1-118.
- JOHNSON M. G., 1965 - Control of aquatic plants in farm ponds in Ontario. *Progre Fish Cult.*, 27: 23-30.
- KARG W., 1964 - Untersuchungen über die Wirkung von Dinitroorthokresol (D.N.O.C.) auf die Mikroarthropoden des Bodens unter Berücksichtigung der Beziehungen zwischen Mikroflora und Mesofauna. *Pedobiologia*, 4: 138-157.
- KEARNEY P. C., WOOLSON E. A., PLIMMER J. R., ISENSEE A. R., 1969 - Decontamination of pesticides in soils. *Residue Rev.*, 29: 137-149.
- MAXWELL R. C., HARWOOD R. F., 1960 - Increased reproduction of pea aphids on broad beans treated with 2,4-D. *Ann. ent. Soc. Am.*, 53: 199-205.
- MCGILVREY F. B. Jr., STEENIS J. H., 1964 - Effects of alligatorweed control on wildlife. *Pesticide-Wildlife Studies* (1963), U.S. Dep. Interior Fish Wildlife Serv., Washington, circ. 199: 88.
- MOORE N. W., 1967 - A synopsis of the pesticide problem. *Adv. ecol. Res.*, 4: 75-129.
- NEWMAN J. F., 1965 - Paraquat and soil fauna. *2nd Overseas Development Dep. Course*, estr. 10 pp.
- NEWMAN J. F., 1967 - The ecological effects of bipyridyl herbicides used for aquatic weed control. *Ergebn. 2. int. Wasserpflanzen Symp.*, Oldenburg: 168-174.
- PALMER-JONES T., 1964 - Effect on honey-bees of 2,4-D. *New Zealand J. agric. Res.*, 7: 339.
- RAPOPORT E. H., CANGIOLI G., 1963 - Herbicides and the soil fauna. *Pedobiologia*, 2: 235-238.
- ROBINSON A. G., 1959 - Note on fecundity of the pea aphid *Acyrtosiphon pisum* (Harris) caged on plants of broad bean *Vicia faba* L., treated with various plant growth regulators. *Can. Ent.*, 91: 527-528.
- SCHNEIDER F., 1966 - Some pesticides-wildlife problems in Switzerland. *J. appl. Ecol.*, 3 (suppl.): 15-20.
- SERVADEI A., 1966 - Possibili ripercussioni del diserbo sulla fauna. *Notiz. Mal. Piante*, 74-75: 27-31.
- SHELDON M. G., JOHNSON P., PETERSON J. E., ROBINSON W. H., 1964 - Reaction of Canada geese to a diet containing 2,4-D. *Pesticide-Wildlife Studies* (1963), U.S. Dep. Interior Fish Wildlife. Serv., Washington, circ. 199: 47.
- SISTO A. M., 1969 - Repertorio sistematico delle formulazioni antiparassitarie ad uso agricolo ed igienico-sanitario. Pavia: 1-197.
- SWAN A. A. B., 1967 - Toxicological problems in the control of water weeds. *Ergebn. 2. int. Wasserpflanzen Symp.*, Oldenburg: 161-167.
- VAN DEN BRUEL W. E., 1964 - Le sol, la pédofaune et les applications des pesticides. *Annls Gembloux*, 70: 81-101.
- VAN DER DRIFT J., 1963 - De invloed van biociden op de bodemfauna. *Neth. J. Plant Path.*, 69: 188-199.

- VON BAUDISSIN F. G., 1952 - Die Wirkung von Pflanzenschutzmitteln auf Collembolen und Milben in verschiedenen Böden. *Zool. Jb. (Syst.)*, 81: 47-90.
- WAHLIN B., 1950 - Bina och hormonderivaten. *Växtskyddnotiser*, 14: 45-48.
- WALKER C. R., 1964a - Simazine and other s-triazine compounds as aquatic herbicides in fish habitats. *Weeds*, 12: 134-139.
- WALKER C. R., 1964b - Toxicological effects of herbicides on the fish environment. *Wat. Sewage Wks*, 111: 113-116; 173-175.
- WAY J. M., 1969 - Toxicity and hazards to man, domestic animals and wildlife from some commonly auxin herbicides. *Residue Rev.*, 26: 37-62.