

# Effets secondaires d'un insecticide, le pyrimicarbe, sur la physiologie alimentaire des larves âgées de la coccinelle aphidiphage *Semiadalia undecimnotata* Schneider (Col. Coccinellidae)

Vasco GARCIA (\*), André FERRAN (\*\*), & Marie-Madeleine LARROQUE (\*\*)

(\*) Université des Açores, Ponta Delgada, Portugal.

(\*\*) I.N.R.A., Station de Zoologie et de lutte biologique, 37 Boulevard du Cap, F 06602 Antibes.

## RÉSUMÉ

*Prédateur,  
Coccinelle,  
Larve,  
Pesticide,  
Effets secondaires.*

Le pyrimicarbe est un insecticide conseillé pour la lutte contre les pucerons en raison de son innocuité à l'égard des entomophages notamment des prédateurs. Des larves âgées (L<sub>4</sub>) de la coccinelle *Semiadalia undecimnotata* Schneider, traitées dès la mue à l'aide d'une solution dont la concentration correspond à la dose commerciale, ne présentent pas une mortalité anormale par rapport à des larves témoins mais subissent des troubles physiologiques temporaires qui affectent la consommation alimentaire, l'utilisation métabolique des proies et la croissance pondérale. Ces troubles qui se manifestent dès les premières heures après le traitement disparaissent ensuite en raison, probablement, de l'existence chez les larves d'un processus d'élimination ou de détoxification de la molécule insecticide. L'augmentation de la durée moyenne du stade permet aux larves traitées d'atteindre un poids final comparable à celui des larves témoins et se traduit par une consommation alimentaire totale légèrement supérieure à celle de ces dernières.

Par contre, le rythme des prises alimentaires en fonction du temps n'est pas modifié et les relations linéaires entre la consommation alimentaire cumulée et le poids frais des individus persistent.

## SUMMARY

*Predator,  
Lady bird,  
Larva,  
Pesticide,  
Secondary effects.*

*Secondary effects of pirimicarb on the feeding physiology of the old lady-bird larvae, S. undecimnotata (Col. Coccinellidae).*

Pirimicarb is an insecticide which is recommended for treatments against aphids on account of its harmlessness towards entomophagous insects, specially predators. Old larvae (fourth instar) of the coccinellid *S. undecimnotata* treated immediately after moulting with a solution of this insecticide, the concentration of which is equal to the commercial one, do not show an increase of mortality comparatively to untreated larvae. This substance undergoes physiological disorders which modify the food consumption momentary as well as the assimilation rate and weight gain. These disorders which appear within the early hours after the treatment, disappear then due probably to the presence in the larvae of a process of elimination or detoxication of this molecule. At the end of the instar the final weight of these larvae remains identical with this of untreated larvae while the total food consumption is lightly higher and the assimilation rate is lower owing to an increase of instar span.

On the other hand the daily feeding rate is not modified and the linear relations between cumulative food consumption and fresh weight are still checked.

## I. INTRODUCTION

Dans le concept de lutte intégrée contre les ravageurs des cultures, la connaissance de l'action des pesticides sur l'entomofaune qui leur est associée est particulièrement importante. Pendant de nombreuses années, les insecticides proposés par les firmes chimiques présentaient des spectres d'activité très larges. Une certaine protection des entomophages ne pouvait alors résulter que du choix du produit le moins toxique à leur égard. La littérature contient de nombreux travaux concernant l'essai de différents pesticides sur un ou plusieurs auxiliaires dans lesquels le critère de

sélection est invariablement la mortalité (BARTLETT, 1963 et 1964 ; HAMILTON & KIECKHEFER, 1969 ; KIRKNEI, 1975 ; LINGREN & RIDGWAY, 1967 ; Mc DONALD & HARPER, 1978 ; PLAPP & BULL, 1978 ; PRADHAM *et al.*, 1959a et b ; PUTMAN, 1956 ; SATPATHY *et al.*, 1968 ; SHOUR & CROWDER, 1980 ; SUMMERS *et al.*, 1975 ; TEOTIA & TIWART, 1972 ; VAN DEN BOSCH *et al.*, 1956).

Actuellement on trouve sur le marché des insecticides beaucoup plus sélectifs, sélectionnés en fonction de leur innocuité à l'égard des auxiliaires. A ce groupe appartient un aphicide, le pyrimicarbe. Cet aphicide paraît en effet peu ou pas toxique pour de nombreux prédateurs : *Chrysopa*

*carnea* Stephens, *Phytoseius persimilis* Athias-Henriot (HELGESEN & TAUBER, 1974), *Coccinella septempunctata* L., *Metasyrphus corollae* Fabr. (KIRKNEI, 1975), *Chrysopa oculata* Say, *Nabis* et *Orius* sp. (SUMMERS et al., 1975).

Les modifications que peuvent subir les entomophages sous l'action de ces nouveaux insecticides sont des effets secondaires dont la mise en évidence fait appel à des critères biologiques ou éthologiques plus précis et bien différents de la simple mortalité. Au niveau des espèces prédatrices, FRANZ & FABRITIUS (1971) conseillent de prendre en considération le taux de prédation, c'est-à-dire la consommation alimentaire.

Dans le travail ci-dessous nous avons étudié l'impact du pyrimicarbe employé à la dose commerciale, sur la consommation alimentaire, la croissance pondérale et l'activité métabolique des larves âgées (dernier stade) de la coccinelle aphidiphage, *Semiadalia undecimnotata* Schneider.

## II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le pyrimicarbe est un carbamate. La spécialité commerciale se présente sous forme d'une poudre mouillable contenant 50 p. 100 de matière active. Nous l'avons utilisé à la dose recommandée pour les traitements en serre : 50 g de matière active par hl d'eau.

L'appareil utilisé pour le traitement est un pulvérisateur électrique (modèle « Royal Spray »). Celui-ci est fixé au sommet d'une tour faite de cornières, de telle sorte que l'axe de la buse de pulvérisation soit situé dans un plan horizontal, à 1 m au-dessus de la surface supportant les larves à traiter, et à 1 m de distance de la projection verticale du centre de cette surface. Ce montage, joint à un débit maximal du gicleur, permet d'obtenir un nuage bien étalé et une chute verticale des gouttelettes.

Au cours d'une série de mesures préliminaires réalisées avec de l'eau, nous avons constaté que des fragments de papier filtre sec (surface 16 cm<sup>2</sup>), placés à 2 cm au-dessus de l'aire de traitement précédente, présentent un gain de poids moyen de 38,2 mg ( $\pm$  0,60 mg) après 10 s de pulvérisation. A l'issue du traitement définitif, le lot de larves est rejeté lorsque deux papiers filtres identiques aux précédents (témoins) et situés à proximité de ces insectes présentent un gain de poids supérieur de plus de 10 p. 100 à la valeur ci-dessus.

Le traitement des larves est effectué de la manière suivante : après avoir chargé le pulvérisateur avec la solution d'insecticide (contenance 500 ml), on effectue 3 ou 4 pulvérisations préliminaires afin d'homogénéiser la taille des gouttelettes, puis il est installé sur la tour. Les larves, groupées par lots de 10 individus, sont placées dans une boîte en plastique (vol. : 3 l) dont le fond est recouvert d'un papier filtre et qui est déposé sur l'aire de traitement. Après 10 s de pulvérisation (mesure au chronomètre), elles sont transférées sur un papier filtre propre avant d'être mises en élevage.

Le traitement insecticide est réalisé sur de jeunes larves de dernier stade ( $L_4$ ) qui ont franchi la dernière mue larvaire depuis 12 h au maximum et qui se trouvent strictement à jeûn.

Les conditions et la technique d'élevage ont déjà été présentées (FERRAN & LARROQUE, 1977). Les larves sont maintenues individuellement dans des cages en plastique largement grillagées (h : 1,5 cm,  $\Phi$  : 3 cm) qui sont elles-mêmes placées dans une enceinte où règnent les conditions ambiantes suivantes : température : 20 °C ( $\pm$  1 °C) ; éclair-

ment : 16 h ; humidité relative stabilisée à 60-70 p. 100 grâce à l'utilisation d'une solution saturée de chlorure de sodium.

Chaque individu reçoit, 2 fois par jour, un poids déterminé de femelles aptères du puceron *Myzus persicae* Sulz. A l'issue de chaque intervalle de temps, le comptage des pucerons restants permet de calculer la consommation alimentaire exprimée en mg tandis que la pesée des larves donne le gain de poids correspondant.

Ces deux critères (consommation alimentaire, gain de poids), nous permettent d'estimer, comparativement à des larves ayant reçu dans les mêmes conditions une pulvérisation d'eau distillée, l'impact du pyrimicarbe sur :

- l'évolution de la consommation alimentaire par demi-journée,
- la consommation totale au cours du stade,
- la croissance pondérale et le gain de poids total correspondant,
- le rendement alimentaire,
- la relation linéaire entre la consommation alimentaire cumulée et le poids qui caractérise ce stade.

Les résultats sont exprimés pour chaque série de mesures par la moyenne et son intervalle de confiance au seuil 5 p. 100. Les comparaisons des moyennes sont effectuées à l'aide du test «  $t$  » (SCHWARTZ, 1963).

## III. RÉSULTATS (tabl. 1)

La mortalité dans les 2 lots de larves n'est pas différente : nous avons noté le même nombre d'individus décédés (6) chez les témoins et les traités. Cette observation confirme les résultats obtenus par les auteurs précédents en ce qui concerne d'autres espèces prédatrices.

La durée de la phase alimentaire ( $t = 4,35$ ) et celle du stade ( $t = 4,04$ ) sont significativement plus longues chez les larves traitées, la différence étant de l'ordre de 1,5 j.

La croissance pondérale des larves est nettement affectée par ce traitement insecticide (fig. 1). Dès la fin de la 1<sup>re</sup> période alimentaire consécutive au traitement, le poids des larves traitées est significativement inférieur à celui des larves témoins ( $P_T - P_t = 3,65$  mg). Cette différence

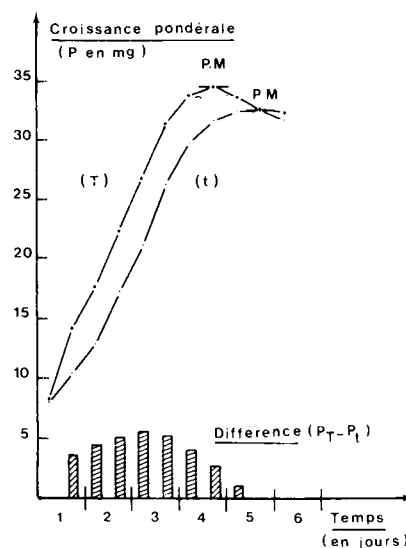


Figure 1

Influence du pyrimicarbe sur l'évolution pondérale des larves âgées ( $L_4$ ) de la coccinelle *S. undecimnotata* Schn. (T : larves témoins, t : larves traitées).

Effect of pirimicarb on weight growth of old lady-bird larvae *S. undecimnotata* Schn. (T : untreated larvae, t : treated larvae).

TABLEAU 1

Influence du pyrimicarbe sur les larves de dernier stade ( $L_4$ ) de la coccinelle *S. undecimnotata* Schn. Résultats portant sur l'ensemble du stade (S. : différence significative, N.S. : différence non significative -  $C = aP - b$ , C. : consommation alimentaire cumulée (en mg), P. : poids frais des larves (en mg). r : coefficient de corrélation

Effects of pirimicarb on old larvae of the lady-bird *S. undecimnotata* Schn. Results referring to the whole stage (S. : significant difference, N.S. : not significant difference -  $C = aP - b$ , C. : cumulative food consumption (in mg), P. : fresh weight (in mg), r : cumulative coefficient)

| Critères                                   | Larves de dernier stade                   |   | Différence statistique $\epsilon$ |
|--|---|---|-----------------------------------|
|  | témoins                                   | Traitées                                  |                                   |
| Nombre de larves                           | 40  | 40  |                                   |
| Durée du stade (en jours)                  | 5,1 $\pm$ 0,2                             | 6,5 $\pm$ 0,1                             | S. ( $ \epsilon  = 4,04$ )        |
| Durée de la période alimentaire (en jours) | 4,2 $\pm$ 0,1                             | 5,7 $\pm$ 0,1                             | S. ( $ \epsilon  = 4,35$ )        |
| Gain de poids (en mg)                      | 26,90 $\pm$ 1,11                          | 25,78 $\pm$ 1,17                          | N.S. ( $ \epsilon  = 1,43$ )      |
| Poids maximal (en mg)                      | 35,10 $\pm$ 1,21                          | 33,90 $\pm$ 1,23                          | N.S. ( $ \epsilon  = 1,37$ )      |
| Consommation alimentaire totale (en mg)    | 77,84 $\pm$ 3,42                          | 82,33 $\pm$ 3,05                          | S. ( $ \epsilon  = 1,92$ )        |
| Rendement alimentaire (en p. 100)          | 35,85 $\pm$ 1,42                          | 33,41 $\pm$ 1,14                          | S. ( $ \epsilon  = 2,62$ )        |
| Corrélation linéaire ( $C = aP - b$ )      | $C = 2,86 P$<br>- 27,76<br>( $r = 0,99$ ) | $C = 3,05 P$<br>- 25,14<br>( $r = 0,99$ ) |                                   |

s'accroît jusqu'au 2<sup>e</sup> jour ( $P_T - P_t = 5,15$  mg) puis se stabilise le 3<sup>e</sup> jour ( $P_T - P_t = 5,70$  mg et 5,20 mg) et décroît ensuite en raison de la perte normale de poids chez les larves témoins et de la prolongation de la durée du stade chez les larves traitées.

Malgré ce ralentissement de la croissance pondérale chez les larves traitées, le poids maximal atteint ( $|\epsilon| = 1,37$ ) et le gain de poids total ( $|\epsilon| = 1,43$ ) ne sont pas respectivement différents de ceux obtenus chez les témoins. Ce processus de rattrapage résulte probablement de l'augmentation de la durée de la phase alimentaire. Sur l'ensemble du stade par conséquent, le pyrimicarbe n'affecte pas les caractéristiques pondérales des larves de cette coccinelle.

La consommation alimentaire par demi-journée subit également des modifications sous l'action du pyrimicarbe bien que le rythme des prises alimentaires au cours du temps conserve la même allure (fig. 2). A l'issue de la 1<sup>re</sup> période trophique, la différence de consommation alimentaire ( $C_T - C_t = 4,14$  mg) entre les larves traitées et les larves témoins est très importante. Elle se maintient à un niveau sensiblement constant les 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> jours. A partir du 4<sup>e</sup> jour, elle s'inverse en raison, d'une part, de la diminution normale de la consommation alimentaire chez les larves témoins et, d'autre part, de la poursuite de l'activité prédatrice chez les larves traitées.

Chez le prédateur *Lycosa pseudoannulata* Boes & Str. soumis à différents insecticides, CHU *et al.*, (1976a et b) ont mis en évidence une chronologie sensiblement identique : une diminution très importante de la consommation alimentaire à l'issue du traitement, une période de récupération suivie d'une reprise de l'activité prédatrice qui atteint un niveau supérieur à celui des témoins.

L'existence chez les larves traitées de cette consommation alimentaire supplémentaire, due à l'augmentation de la durée du stade, se traduit, globalement, par une consommation alimentaire totale légèrement supérieure ( $|\epsilon| = 1,92$ ) à celle des témoins. CHU *et al.*, (1976b) ont montré également que le traitement de *L. pseudoannulata* par certains insecticides se traduisait par une augmentation de la quantité consommée.

Le rendement alimentaire par demi-journée, qui est égal au rapport, multiplié par 100, entre le gain de poids et la consommation alimentaire correspondante, subit également

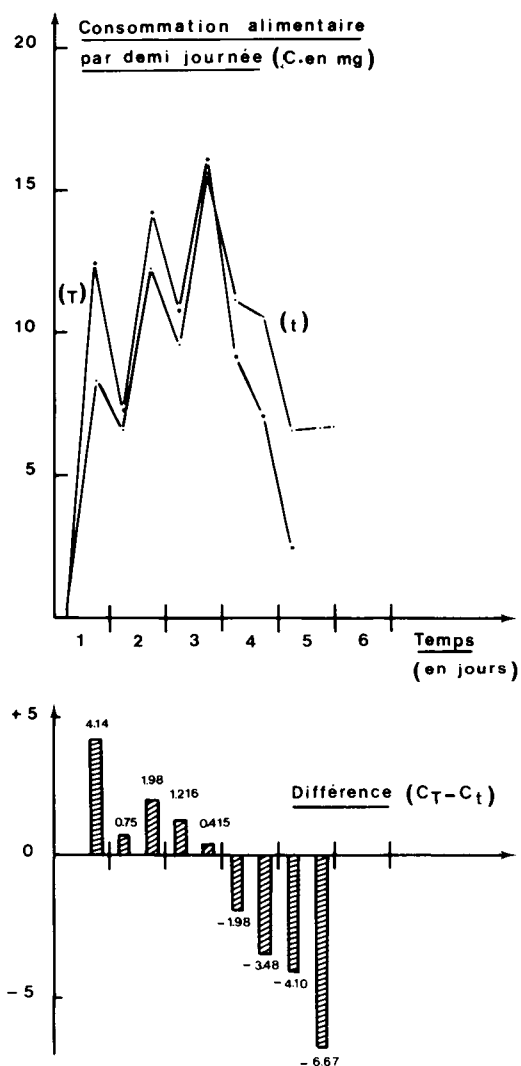


Figure 2

Influence du pyrimicarbe sur la consommation alimentaire des larves âgées ( $L_4$ ) de la coccinelle *S. undecimnotata* Schn. (T. : larves témoins, t. : larves traitées).

Effect of pirimicarb on the feeding consumption of old lady-bird larvae *S. undecimnotata* Schn. (T. : untreated larvae, t. : treated larvae).

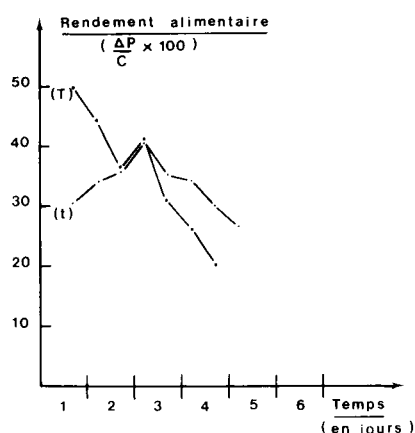


Figure 3

Influence du pyrimicarbe sur le rendement alimentaire des larves âgées ( $L_4$ ) de la coccinelle *S. undecimnotata* Schn. (T. : larves témoins, t. : larves traitées).

Effect of pirimicarb on the food efficiency rate of old lady-bird larvae *S. undecimnotata* Schn. (T. : untreated larvae, t. : treated larvae).

des variations notables sous l'action du pyrimicarbe (fig. 3). Chez les larves témoins, il décroît régulièrement au cours du stade (de 49,8 à 20,4 p. 100). Chez les larves traitées, il est considérablement plus faible (30,1 p. 100) à l'issue de la 1<sup>re</sup> période trophique puis il augmente au cours des 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> jours pour devenir comparable à celui des témoins. A partir du 4<sup>e</sup> jour, il décroît tout en restant significativement supérieur à celui des larves témoins. Sur l'ensemble du stade, le rendement alimentaire moyen des larves traitées (33,4 p. 100) demeure significativement inférieur ( $t = 1,62$ ) à celui des larves témoins (35,8 p. 100). Cette différence résulte probablement de la valeur obtenue chez les larves traitées à l'issue de la 1<sup>re</sup> période trophique.

Les corrélations linéaires entre la consommation alimentaire cumulée et le poids frais des individus persistent chez les larves traitées (tabl. 1).

#### IV. DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Le pyrimicarbe est un insecticide qui, au point de vue de la mortalité, n'a pas d'influence appréciable sur les larves âgées ( $L_4$ ) de la coccinelle *Semiadalia undecimnotata* Schneider. Par contre, il induit un ensemble d'effets secondaires extrêmement intéressants lorsque l'on prend en considération des critères d'estimation de son action beaucoup plus précis tels que la consommation alimentaire, la croissance pondérale et le rendement alimentaire.

Lorsque de jeunes larves de dernier stade ( $L_4$ ) sont soumises à l'action du pyrimicarbe, il est possible de distinguer, par rapport à des individus témoins, 3 périodes au cours de leur développement ultérieur :

Dès le 1<sup>er</sup> jour, cet insecticide modifie profondément la physiologie des larves. La consommation alimentaire est réduite et l'utilisation métabolique des aliments est altérée comme en témoigne le ralentissement de la croissance pondérale et la diminution du rendement alimentaire.

Le 2<sup>e</sup> et le 3<sup>e</sup> jours, les écarts par rapport aux témoins entre les poids, les consommations alimentaires et les rendements alimentaires des larves traitées se stabilisent. Durant ce laps de temps cet insecticide ne semble plus avoir d'effet sur les larves ce qui permet de penser que celles-ci disposent d'un mécanisme d'élimination ou de détoxification de cette molécule. HAMILTON & KIECKHEFER (1969) pensent que cette transformation de la molécule insecticide se réalise au niveau du tissu adipeux où les résidus sont ensuite stockés ; elle serait responsable de la tolérance des larves des prédateurs à certains pesticides. Cette dégradation se fait par voie enzymatique et fait appel selon la nature de l'insecticide, soit à des oxydases (HODGSON, 1968) soit à des estérases (JAO & CASIDA, 1974).

A partir du 4<sup>e</sup> jour, s'installe ce que l'on pourrait appeler un processus de rattrapage. Chez les larves traitées, la durée du stade est nettement plus longue que chez les témoins, la différence étant de l'ordre de 1,5 j. Pendant ce laps de temps supplémentaire ces larves poursuivent leur activité trophique et par conséquent leur croissance pondérale. La consommation alimentaire effectuée à ce moment-là compense le déficit observé à l'issue de la 1<sup>re</sup> période trophique et fait que, sur l'ensemble du stade, la consommation totale des larves traitées est légèrement supérieure à celle des larves témoins. De même, la prolongation de la croissance pondérale qui équilibre le ralentissement observé au début du stade, jointe à une meilleure utilisation des proies comme en témoigne la supériorité des rendements alimentaires les derniers jours, font qu'à l'issue du stade, les caractéristiques pondérales (poids maximal atteint, gain de poids) des larves traitées sont comparables à celles des larves témoins.

Chez les larves des prédateurs, la consommation alimentaire, qui est l'élément essentiel de leur efficacité prédatrice, et la croissance pondérale sont deux critères précis pour estimer les effets secondaires des insecticides. Le rendement alimentaire constitue un excellent outil pour aborder, d'une manière globale, les aspects physiologiques de l'action des pesticides.

Reçu le 6 janvier 1981.  
Accepté le 20 février 1981.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bartlett B. R., 1963. The contact toxicity of some pesticides residues to hymenopterous parasites and coccinellid predators. *J. econ. Entomol.*, **56**, 694-698.
- Bartlett B. R., 1964. Toxicity of some pesticides to eggs larvae and adults of the green lacewing *Chrysopa carnea*. *J. econ. Entomol.*, **57**, 366-369.
- Chu Y. J., Hor C. C., Chen B. J., 1976a. The effect of BPMC and Uden on the predation of *Lycosa spider* (*L. pseudoannulata*). *Plant Prot. Bull.* (Taiwan), **18**, 42-57.
- Chu Y. J., Lin D. S., Mu T., 1976b. The effect of Padan, of Unack and Sumithion on the feeding amount of *Lycosa pseudoannulata* Boes & Str. and *Oedothorax insecticeps* Boes & Str. (*Lycosidae*, *Micropantidae*, *Archnida*). *Plant Prot. Bull.* (Taiwan), **18**, 377-390.
- Ferran A., Larroque M. M., 1977. La consommation et l'utilisation d'un puceron *Myzus persicae* Sulz. par les différents stades larvaires de la coccinelle *Semiadalia undecimnotata* Schn. (*Col. Coccinellidae*). *Ann. Zool. Ecol. anim.*, **9**, 665-691.
- Franz J. M., Fabritius K., 1971. Test of the sensibility of entomophagous arthropods to pesticides experiments with *Trichogramma*. *Z. für Angew. Entomol.*, **68**, 278-288.
- Hamilton E. W., Kieckhefer R. W., 1969. Toxicity of malathion and parathion to predators of the english grain aphid. *J. econ. Entomol.*, **62**, 1190-1192.
- Helgesen R. G., Tauber J., 1974. Pirimicarb an aphicid not toxic to three entomophagous arthropods. *Environ. Entomol.*, **3**, 99-111.

- Hodgson, E. (ed.)**, 1968. *Enzymatic oxidations of toxicants*. N.C. State Univ., Raleigh, 229 p.
- Jao L. T., Casida J. E.**, 1974. Insect pyrethroid hydrolysing esterases. *Pestic. Biochem. Physiol.*, **4**, 465-472.
- Kirknel E.**, 1975. The effect of various insecticides in laboratory experiments with two aphid predators, the seven spotted lady-beetle (*C. septempunctata* L.) and larvae of hover flies (*Metasyrphus corollae* Fabr.). *Tidsskrift for Planteavl.*, **79**, 393-404.
- Lingren P. D., Ridgway R. L.**, 1967. Toxicity of five insecticides to several insect predators. *J. econ. Entomol.*, **60**, 1639-1641.
- Mc Donald S., Harper M. A.**, 1978. Laboratory evaluation of insecticides for control of *Acrythosiphon pisum* (Hemiptera : Aphididae) on alfafa. *Can. Entomol.*, **110**, 213-216.
- Plapp Jr F. W., Bull D. L.**, 1978. Toxicity and selectivity of some insecticides to *Chrysopa carnea* a predator of the tobacco budworm. *Environ. Entomol.*, **7**, 431-434.
- Pradham S., Jotwani M. G., Sarup P.**, 1959a. Further studies on the effect of some important insecticides on *Coccinella septempunctata* L. (*Col. Coccinellidae*). *Indian J. Entomol.*, **27**, 72-76.
- Pradham S., Jotwani M. G., Sarup P.**, 1959b. Bioassay of insecticides. Effects of some important insecticides on *C. septempunctata* L. (*Col. Coccinellidae*) a predator of Mustard aphid (*Lipaphis erysimi* Kalt). *Indian oilseeds J.*, **3**, 121-124.
- Putman W. L.**, 1956. Differences in susceptibility of two species of *Chrysopa* (*Neuropt. Chrysopidae*) to DDT. *Can. Entomol.*, **88**, 520.
- Satpathy J. M., Padhi G. K., Dutta D. N.**, 1968. Toxicity of eight insecticides to the coccinellid predator *Chilomenes sexmaculata* Fabr. *Indian J.*, **30**, 130-132.
- Schwartz D.**, 1963. *Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes*. Flammarion ed., 318 pp.
- Shour M. H., Crowder**, 1980. Effects of pyrethroid insecticides on the common green lacewing. *J. econ. Entomol.*, **73**, 306-309.
- Summers C. G., Coviello R. L., Cochran W. R.**, 1975. The effect on selected entomophagous insects of insecticides applied for pea aphid control in alfafa. *Environ. Entomol.*, **4**, 612-614.
- Teotia T. P. S., Tiwart G. C.**, 1972. Toxicity of some important insecticides to the coccinellid predator *Coccinella septempunctata* L. *Labdev. J. Sci. Tech.*, **10B**, 17-18.
- Van den Bosch R., Reynolds H. T., Dietrick E. J.**, 1956. Toxicity of widely used insecticides to beneficial insects in California cotton and alfafa fields. *J. econ. Entomol.*, **49**, 359-363.