

AFPP – 6^e CONFÉRENCE SUR LES MOYENS ALTERNATIFS DE PROTECTION
POUR UNE PRODUCTION INTÉGRÉE
LILLE – 21, 22 ET 23 MARS 2017

UTILISATION D'UN BIOPESTICIDE DANS LA LUTTE
CONTRE LA PYRALE DES DATTES *ECTOMYELOIS CERATONIAE*
A. HADJEB ⁽¹⁾, H. SAIDANE ⁽¹⁾, M.-S. MEHAOUA ⁽¹⁾, K. BENSALAH ⁽²⁾
⁽¹⁾ BISKRA UNIVERSITY ALGERIA. hadjebayoub@gmail.com
⁽²⁾ C.R.S.T.R.A. ALGERIA benkam99bis@yahoo.fr

RÉSUMÉ

En raison des conséquences catastrophiques de l'application massive de pesticides les scientifiques ont pu trouver des méthodes alternatives moins nocives. Dans ce contexte, nous avons effectué nos travaux d'explorer l'activité larvicide du SPINOSAD (un bio-pesticide) sur les stades larvaires d'*Ectomyelois ceratoniae*, qui est le ravageur le plus important et dangereux du palmier dattier dans le monde et en particulier en Algérie.

L'étude de l'effet toxique du SPINOSAD sur la mortalité des premiers stades larvaires a révélé que les concentrations utilisées étaient significativement et positivement corrélée avec la mortalité ajustée pour les différentes durées d'exposition des larves au bio-pesticide, L'étude des paramètres démographiques en particuliers les larves traitées par quatre concentrations du SPINOSAD, a montré que ce bio-pesticide diminue la fertilité des femelles et la fécondité des oeufs.

Mots-clés : Biocontrôle, *Ectomyelois ceratoniae*, SPINOSAD, mortalité, toxicité.

ABSTRACT

USE OF A BIOPESTICIDE IN THE FIGHT OF DATE MOTH *ECTOMYELOIS CERATONIAE*

Due to the catastrophic consequences of the massive application of pesticides and herbicides, scientists have been finding less harmful methods. In this context we conducted our work to explore the larvicidal activity of Spinosad on the instars larvae of *Ectomyelois ceratoniae*, which is the most important and dangerous pest of date palm in the world and particularly in Algeria.

The study of the toxic effect of Spinosad on the mortality of the two first larval stages revealed that the doses used were significantly and positively correlated with mortality adjusted for different durations of exposure of larvae to the bio-pesticide. The study of demographic parameters for individuals resulting from the larvae treated by four amounts of Spinosad, showed that this bio-pesticide decreases the female fertility and the fertility of eggs.

Keywords: Biocontrol, *Ectomyelois ceratoniae*, SPINOSAD, mortality, toxicity.

INTRODUCTION

En Algérie, le palmier dattier est le pilier de l'écosystème oasien dans les régions sahariennes et pré-sahariennes. Il fournit, par sa commercialisation à l'échelle nationale et internationale, un revenu régulier pour les agriculteurs. Il joue un rôle d'écran dans la protection contre les influences des oasis au désert et crée un microclimat favorable au développement des cultures sous-jacentes et la stabilisation des populations locales de ces zones écologiquement fragiles (Majourhat et al., 2002). La production des dattes a diminué au cours des années parce que le palmier dattier subit des attaques des maladies différentes telles que : le bayoud, pourriture des inflorescences et de ravageurs : les acariens, les cochenilles et la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller. Ce dernier est un ravageur polyphage dont les larves sont identifiées comme ravageur nuisible sur le plan économique. Ce ravageur peut causer des dommages considérables qui peuvent atteindre 20 à 30% de la production de dattes (Mehaoua et al., 2013) et cet insecte représente une grave menace (Warner, 1988 et Nay et al. 2006). Les larves peuvent s'attaquer aux denrées stockées et des grandes cultures dans le bassin méditerranéen et les pays de la région du Proche Orient (Gothilf, 1969). La pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) est considérée comme l'un des principaux ravageurs sur le caroubier, la grenade, les dattes, les agrumes et d'amande dans le monde entier (Gothilf, 1969 ; Warner, 1988).

Durant la saison de croissance de la population, cette espèce utilise les différentes étapes de maturation de la datte, de la ponte au développement, ce qui entraîne une augmentation de la densité à travers la saison de croissance (Nay et Perring, 2005).

De nombreuses méthodes de contrôle ont été utilisées pour maintenir les populations en dessous du seuil économique. Contrôler cette espèce avec des insecticides n'est pas efficace parce que les larves se nourrissent et se développent à l'intérieur du fruit, où elles sont protégées (Khoualdia et al., 2002). Il y a donc un grand besoin de développer d'autres méthodes de contrôle, qui sont à la fois efficaces et respectueuses de l'environnement.

MATERIEL ET MÉTHODES

ELEVAGE EN MASSE D'*ECTOMEYLOIS CERATONIAE*

Notre élevage a été mené avec une souche d'*Ectomyelois ceratoniae* de la palmeraie de Biskra (Algérie) de l'année (2012). Nous avons mis dans des cages d'élevage des dates infestées dans une chambre de croissance contrôlée à une température de 30 ± 1 °C, l'humidité relative (HR) de 70 ± 5 % et une photopériode de 16:8 (L : O) (Al-izzi et al., 1987 ; Mediouni et Dhuibi, 2007). À l'émergence, les adultes d'*Ectomyelois ceratoniae* sont capturés à l'aide d'un tube à essai, puis ils sont mis à l'intérieur des boîtes de plastique. Après l'accouplement, les femelles pondent des œufs dans les boîtes. Les œufs sont déchargés par un tulle à mailles fines dans les boîtes en plastique (20x40x10). Ces œufs ont été élevés

sur un milieu d'élevage artificiel contenant des dates de la farine (50 g), son de blé (50 g) et de l'eau distillée (20 ml). Après quelques jours, les œufs éclosent et les larves vont servir pour le traitement des pesticides bio. (Hadjeb et al., 2014).

ÉTUDE DE LA TOXICITE DU SPINOSAD SUR LES LARVES ET LES OEUFS

Un échantillon de la préparation commerciale du SPINOSAD (formulation suspension liquide concentrée ; TRACER 480SC) a été obtenu en tant que don de la société Dow AgroSciences, Algérie, contenant 480 g de matière active SPINOSAD (a.i.) par litre.

Dans des boîtes de Petri en plastique stérile (9 cm de diamètre) contenant le milieu d'élevage artificiel vaporisé avec du bio-pesticide. Nous avons appliqué un traitement de quatre concentrations du SPINOSAD, (25 ppm, 50 ppm, 100 ppm et 200 ppm) avec un témoin ; le tout en trois répétitions, et nous avons déposé 20 larves de premier stade par test. Les observations ont été faites toutes les 24 h pendant 6 jours pour compter les larves mortes.

Un autre essai a été réalisé avec les mêmes concentrations, mais cette fois nous avons pulvérisé les quatre concentrations de SPINOSAD sur 20 oeufs directement avec une dose de contrôle en trois répétitions. Les évaluations d'oeufs éclos sont effectuées toutes les 24 heures à l'aide d'une loupe binoculaire.

ANALYSE STATISTIQUE

Pour caractériser la puissance de la molécule insecticide utilisée, nous avons déterminé la concentration létale à 50 % (LC 50). Les taux de mortalité corrigés obtenus sont transformés en la probité qui permettent d'établir une ligne de régression basée sur les logarithmes des concentrations utilisées. Avec l'aide de la courbe, nous avons déterminer toutes les doses remarquables. Selon Finney (1971) et la méthode de Swaroop, et al. (1966), permet le calcul de l'intervalle de confiance pour la LC 50.

Dans le cas du SPINOSAD, la variable mesurée correspond au taux de mortalité larvaire. Le taux de mortalité est corrigée par la formule d'Abbot (1925). Différents taux de mortalité font l'objet d'une transformation angulaire suivant les tableaux établis par Bliss (Fisher et Yates, 1975). Les données transformées sont l'objet d'une analyse de variance (ANOVA) avec un seul critère de classification. Le calcul de la plus petite différence significative (LSD) permet la classification des différentes concentrations utilisées. La comparaison des moyennes est réalisée par des tests paramétriques. Les calculs ont été réalisés par le programme XLSTAT 2013.

RESULTATS

ÉTUDE DE LA MORTALITE DES LARVES D'E.CERATONIAE

L'analyse de la variance de la mortalité des larves de premier stade après une durée d'exposition au SPINOSAD de 24 h, 48 h, 72 h, 96 h, 120 h et 144 h montre des différences très hautement significatives entre les quatre concentrations utilisées avec respectivement $p=0,1063$; $p=0,0004$; $p=0,0001$; $p=0,0001$, $P=0,0003$ et $P=0,0001$ (Tableau 1).

Nos résultats ont montré que l'application de quatre concentrations de SPINOSAD entre 25 ppm et 200 ppm sur le premier stade de la pyrale des dattes a causée la mortalité qui variait entre 10 % et 100 % pour les différentes durées d'exposition des larves au produit. L'effet insecticide du SPINOSAD augmente plus la durée de l'exposition au produit augmente.

Les deux plus fortes concentrations de SPINOSAD (100 ppm et 200 ppm) ont abouti à la plus importante mortalité des larves d'*E. ceratoniae* avec 100,00 % pour un temps suffisamment long (120 h). Alors que la plus faible concentration utilisée (25 ppm) en 24 h et 48 h, le taux de mortalité est bas avec respectivement 15,00 et 30,56 % (tableau 1).

Tableau 1 : Taux de mortalité des larves d'*E. ceratoniae* traités par le spinosad (Mortality rates of larvae of *E. ceratoniae* treated with the Spinosad)

| Temps d'exposition | Concentrations | | | | F | P |
|--------------------|----------------|------------|-------------|-------------|---------|----------|
| | 25 ppm | 50 ppm | 100 ppm | 200 ppm | | |
| Après 24 h | 10,09±4,87 | 15,26±5,02 | 18,68±3,23 | 22,02±2,64 | 2,831 | 0,1063 |
| Après 48 h | 20,70±0,61 | 32,72±1,98 | 36,14±4,25 | 41,32±4,14 | 21,221 | 0,0004 |
| Après 72 h | 35,05±4,99 | 51,86±1,62 | 55,46±2,48 | 64,95±4,99 | 34,288 | < 0,0001 |
| Après 96 h | 47,05±5,12 | 66,82±5,03 | 72,60±2,23 | 72,60±0,00 | 194,938 | < 0,0001 |
| Après 120 h | 61,27±6,60 | 75,61±5,36 | 85,91±8,75 | 100,00±0,00 | 23,495 | 0,0003 |
| Après 144 h | 68,10±4,69 | 84,13±3,61 | 100,00±0,00 | 100,00±0,00 | 167,062 | < 0,0001 |

À partir des résultats présentés dans le tableau 2, nous constatons que la mortalité des larves L1 d'*Ectomyelois ceratoniae* exposées au SPINOSAD est significativement corrélée aux différentes concentrations utilisées pour les temps létaux 24 h, 48 h, 72 h, 96 h, 120 h et 144 h avec respectivement $P = 0,0499$, $P = 0,0629$, $P = 0,0375$, $P = 0,1356$, $P = 0,119$, $P = 0,0734$ et $R^2 = 0,903$; $R^2 = 0,878$; $R^2 = 0,926$; $R^2 = 0,747$; $R^2 = 0,789$; $R^2 = 0,895$.

L'analyse des résultats de ces essais offre une valeur estimée à 24 h CL 50 qui prend la valeur de 4173 ppm entre deux limites, 8992 ppm pour la limite inférieure entre et 19378 ppm pour la limite supérieure.

Par rapport à 144 heures, la valeur estimée de la CL50 de 20,60 ppm, les limites de confiance entre eux prend la valeur de CL 50 sont estimées à 18,86 ppm pour la limite inférieure et une limite supérieure de 22,50 ppm (Tab.2).

Tableau 2 : Paramètres toxicologiques du SPINOSAD sur les larves (Toxicological parameters of SPINOSAD on instar larvae)

| Temps d'exposition | Equation régression | R ² | P | CL ₅₀ (ppm) | S (Slope) | Limite inférieur LC50 | Limite supérieure LC50 |
|--------------------|---------------------|----------------|--------|------------------------|-----------|-----------------------|------------------------|
| Après 24 h | Y = 3,114+0,477 x | 0,903 | 0,0499 | 8992,46 | 121,59 | 4172,99 | 19378,01 |
| Après 48 h | Y = 3,341+0,662 x | 0,878 | 0,0629 | 320,66 | 31,79 | 184,41 | 557,56 |
| Après 72 h | Y = -0,948+3,847x | 0,747 | 0,1356 | 35,17 | 1,81 | 31,97 | 38,68 |
| Après 96 h | Y = -0,146+3,503x | 0,789 | 0,1119 | 29,45 | 1,92 | 26,52 | 32,69 |
| Après 120 h | Y = -0,455+4,152x | 0,859 | 0,0734 | 20,60 | 1,74 | 18,86 | 22,50 |

ÉTUDE DE LA FERTILITE DES FEMELLES ET DES ŒUFS D'*E.CERATONIAE*

L'analyse statistique (ANOVA) du nombre moyen d'oeufs pondus par femelle et le nombre moyen d'oeufs éclos d'*E.ceratoniae* issus des lots traités par quatre doses (25 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 200 ppm) ont montré un différence très hautement significative avec p <0,0001 (Tableau 3).

Le tableau 3 montre que le plus grand nombre d'oeufs a été enregistré au témoin (sans traitement), suivis par les femelles traitées avec des concentrations de 25 ppm, 50 ppm, 100 ppm et 200 ppm. Les résultats ont montré que l'application de différentes concentrations de SPINOSAD sur les larves de premier stade d'*Ectomyeloid ceratoniae* inhibe le développement et la croissance des larves et provoque leur mort. À partir des observations enregistrées, nous notons que les taux de mortalité sont en corrélation positive avec les différentes doses utilisées, quelle que soit la durée de l'exposition des œufs pour le spinosad.

Tableau 3 : Nombre moyen d'oeufs pondus par femelle et le pourcentage d'œufs éclos (Average number of eggs laid per female and percentage of hatched egg)

| | Control | 25 ppm | 50 ppm | 100 ppm | 200 ppm | F | P |
|-------------------------------------------|--------------|--------------|------------|-------------|------------|-------|--------|
| Nombre moyen des oeufs pondus par femelle | 159,67±28,27 | 107,33±27,48 | 95,5±53,87 | 66,67±19,22 | 54,67±19,4 | 7,96 | 0,0001 |
| Taux moyen d'éclosion % | 5,67±2,89 | 2,33±0,44 | 1,33±0,44 | 1,00±0,00 | 0,67±0,44 | 5,412 | 0,0001 |

DISCUSSION

D'après les résultats obtenus, on a remarqué que le SPINOSAD est clairement efficace. Cela est en accord avec l'essai de larvicide sur des larves de *Aedes* spp. et *Culex* spp. pour des périodes de 6 à 8 semaines selon la saison et la concentration (Marina et al, 2012). Nos résultats confirment l'essai de lutte biologique menée en Tunisie en 2000 sur le palmier dattier et montrent que le SPINOSAD est très efficace contre la pyrale des dattes même à faible dose (Khoualdia et al., 2002).

Selon (Kirst H.A., 2010) et (Thompson et al., 2000), le SPINOSAD est un insecticide larvicide à spectre relativement large sur de nombreuses cultures. Il est réputé efficace contre les larves de lépidoptères et des diptères. L'effet du SPINOSAD par ingestion nécessite un temps de mortalité plus long. Cependant, même avec de faibles doses, il peut causer la mortalité totale des larves. Arla et al. (1998) stipulent que le SPINOSAD est 5 à 10 fois plus efficace par ingestion que par contact.

Les premières études ont indiqué que le spinosad est peut-être une nouvelle molécule insecticide prometteuse pour le contrôle durable d'*Ectomyelois ceratoniae* dans des conditions expérimentales.

CONCLUSION

En conclusion, les femelles survivantes de l'exposition à une concentration de CL 50 de SPINOSAD ont la plus faible mortalité corrigée à été observé dans un temps léthal court et chez les larves traitées par la plus faible concentration. Alors que la mortalité la plus élevée a été observée dans une durée d'exposition plus longue chez les larves traitées par la plus forte concentration.

Ce résultat souligne la nécessité de maintenir les concentrations de SPINOSAD aux niveaux létaux dans les stades larvaires. Une exigence qui est particulièrement difficile dans les situations où l'exposition à la lumière solaire forte ou l'écoulement continu de l'eau dégrade ou dilue le produit. Les formulations à libération prolongée de SPINOSAD peuvent aider grandement à surmonter ce problème, mais ne sont pas encore largement disponibles pour les tests. Les résultats de cette étude contribuent à une littérature croissante indiquant que SPINOSAD est un larvicide très efficace contre *Ectomyelois ceratoniae* et peut substituer les méthodes de traitement chimiques.

BIBLIOGRAPHIE

Abbott W.S., 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18, 265-267.

Al-Izzi M.A.J., Al-Maliky S.K. et Jabbo N.F. 1987. Culturing the Carob Moth, *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) on an Artificial Diet. *Journal of Economic Entomology*, 80 (1): 277-280.

Finney D.J., 1971. Probit Analysis, third ed. Cambridge University Press, London.

- Fischer R.A. et Yates F. 1975.** Statistical Tables for Biological, *Medical and Agricultural Research*. Ed. Longman, London.
- Gothilf S., 1969.** The biology of the carob moth *Ectomyelois ceratoniae* Zell. In: Israel. Part 2. Effect of food, temperature and humidity on development. *Israel Journal of Entomology*, 4: 107-116.
- Hadjeb A., Mehaoua M.S., et Ouakid M.L., 2014.** Test of biological control against date moth *Ectomyelois ceratoniae* Zeller. (Lepidoptera, Pyralidae) by Spinosad. *Int. J. Adv. Res. Biol. Sci.* 1(7): (2014): 81–84.
- Khoualdia O., Takrouni M. L., Ben Mahmoud O., Rhouma A., Alimi E., BelHadj R., Abib M., et Brun J. 2002.** La Défense des végétaux. Centre de Recherche phoenicicoles Phytoma (551), 15-17.
- Kirst H.A., 2010.** The spinosyn family of insecticides: realizing the potential of natural products research, *The Journal of Antibiotics* 63, 101–111.
- Marina F. C., Bond J. G., Muñoz J., Valle J., Chirino N. et Williams T. 2012.** Spinosad: a biorational mosquito larvicide for use in car tires in southern Mexico *Parasites & Vectors*. 5:95.
- Majourhat K., Bendiaba K., Medraoui L., et Baaziz M., 2002.** Diversity of leaf peroxidases in date palm (*Phoenix dactylifera* L.) as revealed in an example of marginal (seeding derived) palm groves. *Scientia Horticulturae* 95, 31-38.
- Mediouni J., et Dhouibi M.H., 2007.** Mass rearing and field performance of irradiated carob moth *Ectomyelois ceratoniae* in Tunisia. In: Area-Wide Control of Insect Pests. National Institute of Agricultural Research of Tunisia, pp. 265-273.
- Mehaoua M.S., Hadjeb A., Lagha M., Bensalah M.K., et Ouakid M.L. 2013.** Study of the Toxicity of Azadirachtin on Larval Mortality and Fertility of Carob Moth's Female *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera, Pyralidae) Under Controlled Conditions, *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 7(1): 1-9.
- Nay J. E., et Perring T. M. 2005.** Impact of ant predation and heat on carob moth (Lepidoptera: Pyralidae) mortality in California date gardens. *J. Econ. Entomol.* 98: 725-731.
- Nay J. E., E. A. Boyd et Perring T. M. 2006.** Reduction of carob moth in Deglet Noor dates using a bunch cleaning tool. *Crop Protect.* 25: 758-765.
- Swaroop S., A.B., Gilroy K. et Uemura 1966.** Statistical Methods in Malaria Eradication. Monograph Series World Health Organization, 51: 1-164.
- Thompson G.D., Dutton W et Sparks T.C. 2000.** Spinosad a case study: an example from a natural products discovery programme. *Pest Management Science* 56:696-702.
- Warner R. L. 1988.** Contributions to the biology and the management of the carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) in Deglet Noor date gardens in the Coachella Valley of California. PhD dissertation, University of California, Riverside, CA.