

Maisons-Alfort, le 26/02/2021

AVIS
**de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,
de l'environnement et du travail**
**relatif à une demande d'autorisation d'introduction dans l'environnement
d'un macro-organisme non indigène utile aux végétaux**

Souche stérilisée de *Bactrocera dorsalis* du CIRAD

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail a notamment pour mission l'évaluation des dossiers de produits phytopharmaceutiques et de demande d'introduction dans l'environnement de macro-organismes non indigènes. Les avis formulés par l'agence comprennent :

- *L'évaluation des risques que l'utilisation de ces produits peut présenter pour l'homme, l'animal ou l'environnement ;*
- *L'évaluation de leur efficacité et de l'absence d'effets inacceptables sur les végétaux et produits végétaux ainsi que celle de leurs autres bénéfices éventuels ;*
- *Une synthèse de ces évaluations, assortie de recommandations portant notamment sur leurs conditions d'emploi.*

PRESENTATION DE LA DEMANDE

Dans le cadre des dispositions prévues par l'article L 258-1 et 2 du code rural et de la pêche maritime, et du décret n° 2012-140 du 30 janvier 2012¹, l'entrée sur le territoire et l'introduction de macro-organismes non indigènes sont soumis à autorisation préalable des ministres chargés de l'agriculture et de la protection de la nature, sur la base d'une analyse du risque phytosanitaire et environnemental que cet organisme peut présenter.

L'Agence a accusé réception le 18 novembre 2020 d'une demande d'autorisation d'introduction dans l'environnement d'individus stérilisés d'une souche du macro-organisme *Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912), de la part du Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD). Le macro-organisme étant indigène (exotique installé) du territoire d'introduction au sens du décret n° 2012-140 du 30 janvier 2012, mais ayant subi une stérilisation, l'avis de l'Anses est requis.

Le présent avis porte sur l'évaluation du risque phytosanitaire et environnemental lié à l'introduction dans l'environnement de ce macro-organisme qui sera introduit dans le cadre d'une lutte autocide par utilisation d'individus préalablement stérilisés par exposition aux rayons ionisants.

Il est fondé sur l'examen par l'Agence du dossier de demande déposé par le CIRAD pour ce macro-organisme, conformément aux dispositions du décret n° 2012-140 du 30 janvier 2012 et à l'annexe II de l'arrêté du 28 juin 2012² relatifs à la constitution du dossier technique.

Le territoire revendiqué est la Réunion. Cette demande est soumise dans le cadre d'une phase expérimentale préliminaire afin de tester la faisabilité de la technique sur ce territoire et d'évaluer et d'optimiser un ensemble de paramètres propices à son succès (projet GEMDOTIS³ - Ecophyto).

- 1 Décret no 2012-140 du 30 janvier 2012 relatif aux conditions d'autorisation d'entrée sur le territoire et d'introduction dans l'environnement de macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux, notamment dans le cadre de la lutte biologique.
- 2 Arrêté du 28 juin 2012 relatif aux demandes d'autorisation d'entrée sur le territoire et d'introduction dans l'environnement de macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux, notamment dans le cadre de la lutte biologique (JORF N°0151 du 30 juin 2012 page 10790).
- 3 Evaluation de la faisabilité d'une GEstion Multi-échelles du ravageur invasif *Bactrocera DOrsalis* sur manguiier à La Réunion, incluant la Technique de l'Insecte Stérile

ORGANISATION DE L'EXPERTISE

Les données prises en compte sont celles qui ont été jugées valides par l'Anses. L'avis présente une synthèse des éléments scientifiques essentiels qui conduisent aux recommandations émises par l'Agence et n'a pas pour objet de retracer de façon exhaustive les travaux d'évaluation menés par l'Agence.

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) ».

L'expertise relève du domaine de compétences du comité d'experts spécialisé (CES) « substances et produits phytopharmaceutiques, biocontrôle ». L'Anses a confié l'expertise au groupe de travail « Macroorganismes utiles aux végétaux ». Le résultat de cette expertise a été présenté au CES ; le présent avis a été adopté par ce CES réuni le 16/02/2021.

L'Anses prend en compte les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise.

Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet de l'Anses (www.anses.fr).

SYNTHESE DE L'EVALUATION

CARACTERISTIQUES DU MACRO-ORGANISME

Identification taxonomique du macro-organisme et méthodes d'identification

En l'état des connaissances, la taxonomie est la suivante :

Classe : Insecta

Ordre : Diptera

Famille : Tephritidae

Genre : *Bactrocera*

Espèce : *Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912)

Il convient de noter que *Bactrocera dorsalis* fait partie d'un complexe regroupant une centaine d'espèces morphologiquement et génétiquement très proches (Drew & Hancock, 1994 ; Drew & Romig, 2013). Pour résoudre ces difficultés d'identification, un groupement de près de 50 chercheurs issus de plus de 30 centres de recherche dans 15 pays a travaillé sur ce complexe de 2009 à 2015. Des études relevant de la morphologie, de la phylogénétique moléculaire, de la cytogénétique, de la compatibilité sexuelle et de l'écologie chimique ont été réalisées sur 5 espèces cryptiques d'importance économique : *Bactrocera papayae*, *B. philippensis*, *B. carambolae*, *B. invadens* et *B. dorsalis*. D'après ces travaux, seule *B. carambolae* peut être considérée comme une espèce distincte. *B. dorsalis* est donc considérée comme un synonyme majeur de *B. papayae*, *B. philippensis* et *B. invadens* (Hee et al., 2015 ; Schutze et al., 2015).

L'identification du macro-organisme faisant l'objet de cette demande a été confirmée par un certificat d'identification morphologique sur la base d'analyses réalisées par le demandeur.

Conformément à l'article 4 de l'arrêté du 28 juin 2012, un échantillon d'individus de référence devra être déposé au Centre de Biologie et de Gestion des Populations (CBGP).

Description, biologie, écologie, origine et répartition du macro-organisme

L'espèce *B. dorsalis*, ou mouche orientale des fruits, est un diptère considéré comme ravageur majeur polyphage. Cette espèce est capable de s'attaquer à un grand nombre de plantes cultivées : mangue, goyave, papaye, banane, avocat, agrumes... Les dégâts causés par cette mouche résultent de trois phénomènes successifs : la piqûre de ponte dans le fruit, la nutrition des larves à l'intérieur du fruit et enfin l'attaque par plusieurs agents phytopathogènes *via* le point de ponte. Les fruits piqués présentent une maturité accélérée et chutent fréquemment.

L'espèce *B. dorsalis* serait originaire de l'Asie du Sud-Est. Elle s'est propagée notamment en Afrique à partir de 2003, sous le nom de *Bactrocera invadens* et des signalements sont régulièrement réalisés aux Etats-Unis (Zeng *et al.*, 2019). A la Réunion, les premières captures ont été réalisées en 2017 et l'espèce s'est établie sur l'ensemble de l'île (Moquet *et al.*, 2020). En 2018, des adultes ont été capturés pour la première fois en Europe dans la région de Campanie en Italie (Nugnes *et al.*, 2018). En 2019, plusieurs individus ont été capturés aux abords du marché d'intérêt national de Rungis (ANSES, 2019).

L'origine géographique et l'historique de la souche à l'origine de l'élevage ont été décrites. La localisation de l'élevage a également été précisée.

Le demandeur indique que la souche à l'origine de l'élevage a été prélevée sur le territoire de la Réunion. Cette souche a été mise en élevage dans les locaux du demandeur avec des rafraîchissements de population réguliers. Des individus de cet élevage ont été envoyés au laboratoire conjoint de la FAO⁴ et de l'AIEA⁵ en Autriche afin de réaliser un élevage de masse et une stérilisation des individus mâles et femelles au stade pupes par exposition à des rayons ionisants⁶ à la dose de 100 Gy, induisant une stérilité totale d'après le demandeur. L'ensemble de ces individus ainsi stérilisés seront renvoyés sur le territoire de la Réunion afin de réaliser les lâchers. A noter qu'aucun tri entre mâles et femelles n'est réalisé.

Un programme de lutte similaire contre *B. dorsalis* a été mis en place en 1987 par les autorités locales thaïlandaises, la FAO et l'AIEA (Sutantawong *et al.*, 2002). Dans le cadre de ce programme, des estimations du taux de stérilité des individus mâles de *B. dorsalis* ont été réalisées entre 2002 et 2004. Après exposition à la dose de 90 Gy, le taux de stérilité moyen de chaque individu mâle était de 98,1 % à 99,9 %, sans que la taille de l'échantillon test ne soit décrite (Orankanok *et al.*, 2007). Une étude récente évaluant le taux de stérilité de *B. dorsalis* en fonction de la dose en Gy appliquée a montré une stérilité totale des femelles à partir de la dose de 50 Gy et une stérilité totale des mâles à partir de la dose de 100 Gy (Yusof *et al.*, 2019). Cependant, il convient de noter que cette étude a été réalisée sur de petites cohortes. Il existe donc une incertitude quant au niveau de stérilité des mâles après exposition à la dose de 100 Gy. En considérant l'ensemble de ces données, une stérilité totale des femelles et un très haut niveau de stérilité des mâles sont attendus après exposition à la dose de 100 Gy.

Utilisation et cible du macro-organisme

Le macro-organisme faisant l'objet de la demande sera introduit dans le cadre d'une phase expérimentale préliminaire afin de tester la faisabilité de la Technique de l'Insecte Stérile contre *B. dorsalis* sur le territoire de la Réunion et d'évaluer et d'optimiser un ensemble de paramètres propices à son succès (projet GEMDOTIS – Ecophyto).

La Technique de l'Insecte Stérile implique le lâcher d'un très grand nombre d'individus stérilisés au sein de la population sauvage afin qu'il y ait une forte probabilité d'accouplement entre femelles sauvages et mâles stérilisés. La faible proportion de mâles fertiles sauvages au regard de la prépondérance du nombre de mâles stérilisés introduits conduit à une faible probabilité que les femelles sauvages puissent engendrer une descendance viable.

Cette phase expérimentale préliminaire impliquera des lâchers d'un nombre limité d'individus.

Qualité sanitaire du macro-organisme faisant l'objet de la demande

Des éléments relatifs aux mesures de confinement prises lors des différentes phases d'élevage et de transport ont été fournis par le demandeur.

La production des individus stérilisés de *Bactrocera dorsalis* repose sur des procédures décrites dans un document publié par la FAO, l'AIEA et l'USDA⁷ (2019) relatif au contrôle qualité des

4 Food and Agriculture Organization of the United Nations : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

5 International Atomic Energy Agency : Agence Internationale de l'Energie Atomique

6 L'exposition aux rayons ionisants est susceptible d'induire des phénomènes de mutagenèse aléatoire. En tant que technique de modification génétique traditionnellement utilisée pour diverses applications et dont la sécurité est avérée depuis longtemps, la mutagenèse induite aléatoire est actuellement exclue du champ d'application de la Directive 2001/18/CE du Parlement Européen et du Conseil du 12 mars 2001 relative à la dissémination volontaire d'organismes génétiquement modifiés dans l'environnement (Considérant 17, Article 3, Annexe IB)

7 United States Department of Agriculture : Département de l'Agriculture des États-Unis

mouches Tephritidae élevées en masse et stérilisées dans le cadre de programmes de lutte autocide. Ce document propose des procédures pour les phases d'élevage, de traitement aux rayons ionisants, de transport, de lâcher et de suivi post-lâcher. Il décrit l'évaluation d'un ensemble de paramètres biologiques pouvant mettre en évidence l'apparition d'organismes indésirables au sein de l'élevage ou des produits transportés. Il ne décrit pas précisément les mesures mises en place pour contrôler l'absence de pathogènes dans les lots de mouches Tephritidae stériles produits. Cependant, le demandeur a fourni un certificat de l'AIEA attestant que les lots de *B. dorsalis* stérilisés produits sont exempts de parasites et de pathogènes.

Ces informations et le certificat fourni par l'AIEA permettent de considérer que la qualité sanitaire du macro-organisme faisant l'objet de la demande est suffisamment assurée.

EVALUATION DU RISQUE LIÉ À L'INTRODUCTION DU MACRO-ORGANISME DANS L'ENVIRONNEMENT

Etablissement et dispersion du macro-organisme dans l'environnement

L'espèce *B. dorsalis* est établie sur le territoire de la Réunion et la souche revendiquée pour cette introduction a été prélevée dans l'environnement de la Réunion avant son élevage de masse et sa stérilisation. Les conditions abiotiques de la Réunion seraient donc *a priori* compatibles avec un établissement de la souche revendiquée.

Cependant, compte tenu du très haut niveau de stérilité des individus introduits, la probabilité qu'ils s'hybrident avec les populations sauvages locales est très faible. Une étude analysant des marqueurs micro satellites réalisée dans le cadre d'un programme de lâchers massifs d'individus stérilisés en Thaïlande montre une très faible probabilité d'échange d'informations génétiques entre populations stérilisées et populations sauvages (Aketawarong *et al.*, 2011). Dans le cas présent, les conséquences d'un tel échange seraient d'autant plus limitées que les individus lâchés proviennent de populations indigènes du territoire revendiqué et partagent donc les mêmes allèles. En l'état actuel des connaissances, aucune conséquence négative n'a été rapportée dans la littérature scientifique suite aux introductions similaires réalisées avec cette espèce ou d'autres comme *Ceratitis capitata*.

Une étude réalisée à Hawaï sur des individus *B. dorsalis* stérilisés a montré que quelques individus ont parcouru une distance de 10 km un jour seulement après le lâcher bien que la grande majorité des individus aient été recapturés à moins de 2 km du point de lâcher jusqu'à 8 jours après (Froerer *et al.*, 2010). La distance maximale parcourue observée par des individus *B. dorsalis* est de 48 km (Vreysen, 2005). La phase expérimentale préliminaire permettra d'étudier la dispersion du macro-organisme objet de la demande sur le territoire concerné.

Risque potentiel pour la santé humaine et/ou animale

En l'état actuel des connaissances, l'espèce *B. dorsalis* n'est pas connue comme vecteur de pathogène spécifique de l'homme ou de l'animal et n'est pas connue pour avoir des effets sensibilisants. Par conséquent, aucun risque pour la santé humaine ou animale n'est attendu. Il convient de préciser que les individus traités aux rayons ionisants ne sont pas radioactifs.

Risque potentiel pour la santé des végétaux

Les adultes mâles de *B. dorsalis* ne sont pas connus pour avoir un comportement phytophage ni pour causer de dégâts aux végétaux. Les individus femelles introduits sont totalement stériles après traitement aux rayons ionisants (Yusof *et al.*, 2019). Ces dernières seront en mesure de réaliser des pontes stériles pouvant entraîner des dégâts minimes sur fruits.

Le très faible nombre de larves issues de la reproduction entre les mâles stérilisés introduits et les femelles sauvages pourraient causer des dégâts. Cependant, les effets de cette descendance seront mineurs au regard de la diminution des dégâts occasionnés par les populations naturelles de *B. dorsalis* déjà présentes. Le risque potentiel vis-à-vis de la santé des végétaux est donc considéré comme acceptable.

Risque potentiel pour l'environnement et la biodiversité

La technique de l'insecte stérile est une technique de lutte parfaitement spécifique de la cible, ce qui garantit l'absence d'effets directs non intentionnels sur les espèces non cibles. Néanmoins, dans le cas présent, la littérature fait état d'une hybridation théoriquement possible avec *Bactrocera*

carambolae (McInnis *et al.*, 1999). Cette espèce, également nuisible, n'est cependant pas présente actuellement sur le territoire de la Réunion (Marchioro, 2016 ; Hostachy, comm. pers.).

Par ailleurs, *B. dorsalis* est une espèce considérée comme indigène de la Réunion au sens du décret n° 2012-140 du 30 janvier 2012.

Compte tenu de ces éléments et de l'origine de la souche à l'origine de l'élevage du macro-organisme objet de la demande, le risque potentiel pour l'environnement et la biodiversité est considéré comme faible, et n'est, par ailleurs, pas amplifié par rapport à celui pré-existant lié aux populations de *B. dorsalis* déjà présentes sur le territoire de la Réunion.

Efficacité et bénéfices du macro-organisme

Un programme de lutte autocide contre *B. dorsalis* a été mis en place en Thaïlande en 1987. Un suivi pluriannuel sur un site de 726 hectares a mis en évidence que 82 % des vergers de manguiers étaient infestés par *B. dorsalis* en 1987 avec des pertes associées de l'ordre de 4 tonnes par hectare. En 2000, après 13 ans de mise en place d'une lutte autocide, seuls 1,3 % des vergers étaient infestés (Sutantawong *et al.*, 2002).

Très peu de produits phytopharmaceutiques sont disponibles actuellement pour contrôler ce ravageur : pièges à base de deltaméthrine, produits à base de spinosad ou de lambda-cyhalothrine. Ces produits présentent cependant des niveaux d'efficacité limités, en particulier en cas de forte infestation.

Par ailleurs, *B. dorsalis* peut faire l'objet de restrictions à l'importation de la part de pays dans lesquels ce ravageur est absent. L'élargissement de son aire de répartition sur le territoire de la Réunion peut donc représenter un frein à l'exportation de certains produits agricoles et pourrait entraîner une augmentation des coûts liés aux mesures de quarantaine.

La Technique de l'Insecte Stérile, bien développée et maîtrisée au niveau international, offre donc des perspectives intéressantes, comme alternative à la lutte chimique conventionnelle contre *B. dorsalis*. L'avantage majeur de cette technique repose sur sa parfaite spécificité pour la cible. Par ailleurs, l'expérience de l'utilisation du macro-organisme objet de la demande pourra bénéficier à d'éventuels futurs programmes contre d'autres ravageurs agricoles ou insectes vecteurs de virus.

L'efficacité de la Technique de l'Insecte Stérile dépend de plusieurs paramètres, en particulier les caractéristiques du milieu dans lequel les lâchers sont effectués, le ratio entre mâles stériles lâchés et mâles sauvages estimés, la fréquence des lâchers, la durée de vie des mâles stériles lâchés ainsi que les mesures prises afin de garantir leur survie et leur bonne santé durant le transport. Des éléments préliminaires sur ces paramètres sont disponibles sur la base de l'expérience acquise lors des différents programmes de lutte autocide mis en place dans le monde, notamment en Thaïlande. La première phase expérimentale prévue permettra d'évaluer et d'optimiser l'ensemble de ces paramètres. Les mesures prises pour garantir la survie durant le transport ont été décrites et jugées satisfaisantes.

CONCLUSIONS

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail adopte les conclusions du groupe de travail « Macroorganismes utiles aux végétaux » et du comité d'experts spécialisé « substances et produits phytopharmaceutiques, biocontrôle ».

Compte tenu des éléments disponibles et en l'état actuel des connaissances :

- La probabilité que des individus s'hybrident avec les populations sauvages locales et se dispersent est très faible. Par ailleurs, en l'état actuel des connaissances, aucune conséquence négative n'a été rapportée dans la littérature scientifique suite aux introductions similaires réalisées dans d'autres pays, en particulier en Thaïlande.
- Aucun risque pour la santé humaine et animale n'est attendu.
- Le risque pour la santé des végétaux est considéré comme acceptable et inférieur à celui actuellement posé par les populations de *B. dorsalis* déjà présentes.

- Le risque potentiel pour l'environnement et la biodiversité est considéré comme faible, et n'est, par ailleurs, pas amplifié par rapport à celui pré-existant lié aux populations de *B. dorsalis* déjà présentes sur le territoire de la Réunion.
- Les bénéfices potentiels de l'utilisation du macro-organisme, objet de la demande, en tant qu'organisme utile aux végétaux, sont reconnus, son avantage majeur reposant sur sa parfaite spécificité pour la cible.

Considérant l'ensemble des données disponibles, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail émet un avis favorable à la demande d'autorisation d'introduction dans l'environnement de la souche stérilisée de *Bactrocera dorsalis* du CIRAD sur le territoire de la Réunion dans le cadre du projet GEMDOTIS - Ecophyto.

Si des lâchers de masse étaient envisagés ultérieurement avec cette même souche en dehors d'un cadre expérimental, il conviendrait alors de mettre en place un suivi relatif aux bénéfices et aux risques suite à l'introduction dans l'environnement du macroorganisme, objet de la demande et de signaler aux autorités compétentes les éventuels effets non intentionnels observés sur le terrain.

Conformément à l'article 4 de l'arrêté du 28 juin 2012, un échantillon d'individus de référence devra être déposé au Centre de Biologie et de Gestion des Populations (CBGP).

BIBLIOGRAPHIE

Dans le cadre de cet avis, l'Anses a identifié les publications pertinentes suivantes :

ANSES (2019). Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à l'évaluation du risque lié à la capture de *Bactrocera dorsalis* à proximité du marché d'intérêt national de Rungis en France métropolitaine. Saisine n° 2019-SA-0145.

Drew R.A. & Hancock D.L. (1994). The *Bactrocera dorsalis* complex of fruit flies (Diptera: Tephritidae: Dacinae) in Asia. Bulletin of Entomological Research Supplement Series, 2, pp.1-68.

Drew R.A.I & Romig M.C. (2013). Tropical fruit flies (Tephritidae: Dacinae) of South-East Asia : Indomalaya to North-West Australasia. CAB International, Wallingford, Oxon, GB. 653 pp.

FAO/IAEA/USDA. (2019). Product Quality Control for Sterile Mass-Reared and Released Tephritid Fruit Flies, Version 7.0. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria. 148 pp.

Froerer K.M., Peck S.L., McQuate G.T., Vargas R.I., Jang E.B. & McInnis D.O. (2010). Long-Distance Movement of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) in Puna, Hawaii: How far can they go? American Entomologist, 56 (2), pp. 88–95

Hee A.K., Wee S.L., Nishida R., Ono H., Hendrichs J., Haymer D.S. & Tan K.H. (2015). Historical perspective on the synonymization of the four major pest species belonging to the *Bactrocera dorsalis* species complex (Diptera, Tephritidae). ZooKeys, 540, 323-338.

Marchioro C.A. (2016). Global Potential Distribution of *Bactrocera carambolae* and the Risks for Fruit Production in Brazil. PloS one, 11(11), e0166142.

McInnis D., Rendon, P., Jang, E. & van Sauers Muller A., Sugayama R. & Malavasi, A. (1999). Interspecific Mating of Introduced, Sterile *Bactrocera dorsalis* with Wild *B. carambolae* (Diptera: Tephritidae) in Suriname: a Potential Case for Cross-Species Sterile Insect Technique. Annals of the Entomological Society of America, 92, pp. 758-765.

Moquet L., Payet J., Glenac S. & Delatte H. (2020). Niche shift of tephritid species after the Oriental fruit fly (*Bactrocera dorsalis*) invasion in La Réunion. Diversity and Distribution 00, pp. 1– 21.

Nugnes F., Russo E., Viggiani G. & Bernardo U. (2020). First Record of an Invasive Fruit Fly Belonging to *Bactrocera dorsalis* Complex (Diptera: Tephritidae) in Europe. Insects 9, 182; doi:10.3390/insects9040182

Schutze M.K., Aketarawong N., Amornsak W., Armstrong K.F., Augustinos A.A, Barr N. *et al.* (2015). Synonymization of key pest species within the *Bactrocera dorsalis* species complex (Diptera: Tephritidae): taxonomic changes based on a review of 20 years of integrative morphological, molecular, cytogenetic, behavioural and chemoecological data. Systematic Entomology, 40(2), 456-471.

Orankanok W., Chinvinijkul S., Thanaphum S., Sitilob P., & Enkerlin W. (2007). Area-Wide Integrated Control of Oriental Fruit Fly *Bactrocera dorsalis* and Guava Fruit Fly *Bactrocera correcta* in Thailand. In: Vreysen M.J.B., Robinson A.S. & Hendrichs J. (Eds.) Area-Wide Control of Insects Pests, pp. 517-526. Springer, Dordrecht, The Netherlands.

Sutantawong M., Orankanok W., Enkerlin W.R., Wornoyayporn V. & Caceres C. (2002). The sterile insect technique for control of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel), in mango orchards in Ratchaburi Province, Thailand. Proceedings of the 6th International Fruit Fly Symposium. 6 – 10 mai 2002. Stellenbosch, Afrique du Sud, pp. 223-232.

Vreysen M.J.B. (2005). Monitoring sterile and wild insects in area-wide integrated management programmes In: Dyck V.A., Hendrichs J., Robinson A.S. (Eds.) *Sterile Insect Technique – Principles and Practice in Area-Wide Integrated Pest Management*, pp. 427–451. Springer, Dordrecht, The Netherlands.

Yusof S., Dzomir A.Z.M. & Yaakop S. (2019). Effect of Irradiating Puparia of Oriental Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) on Adult Survival and Fecundity for Sterile Insect Technique and Quarantine Purposes. *Journal of Economical Entomology*, 112(6), pp. 2808-2816.

Zeng, Y., Reddy G., Li Z., Qin Y., Wang Y., Pan X., Jiang F., Gao F. & Zhao, Z.H. (2018). Global distribution and invasion pattern of oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Applied Entomology*. 143. 10.1111/jen.12582.