



REVIEW PAPER

Potentialités insectifuges du gros baume, *Hyptis suaveolens* Poit. (Lamiaceae) : Perspectives pour la lutte contre les moustiques en zones tropicales

Ayaba Z. Abagli & Thiery B.C. Alavo*

Laboratoire d'Entomologie Appliquée / Centre Edward Platzer, Université d'Abomey-Calavi, BP : 215, Godomey, Bénin.

*Auteur pour la correspondance : thieryalavo@hotmail.com

Original submitted on 6th March 2020. Published online at www.m.elewa.org/journals/ on 31st May 2020
<https://doi.org/10.35759/JABs.149.7>

RÉSUMÉ

Les moustiques transmettent à l'Homme des maladies telles que le paludisme, la dengue, la fièvre jaune, la fièvre du nil occidental, la fièvre de la vallée du Rift et les filarioses. Les moustiques sont également des insectes nuisants du fait de leurs innombrables piqûres. Pour lutter contre les moustiques, des produits chimiques sont intensivement utilisés comme insecticides ou répulsifs. Le DEET (N, N-diéthyl-3-méthylbenzamide) est le plus connu des répulsifs de synthèse recommandés. Il a un large spectre d'action contre différents insectes, mais peut déclencher des allergies. Des études ont également prouvé la toxicité du DEET en particulier pour les femmes enceintes et les enfants. Les effets délétères des produits de synthèse ont ravivé la nécessité de rechercher des alternatifs pour la lutte contre les moustiques nuisants et vecteurs de maladies. Dans cette optique, les extraits de plantes tropicales qui ont une longue histoire en tant que composantes importantes dans la médecine traditionnelle et la nutrition humaine peuvent être considérés. Cet article est une synthèse des connaissances actuelles sur *H. suaveolens* pour son utilisation contre les moustiques. Les études ethnobotaniques et les travaux sur l'effet répulsif de l'huile essentielle de cette plante ont été présentés, puis les perspectives de l'utilisation de l'huile essentielle pour la lutte intégrée contre les moustiques ont été discutées.

Mots Clés : Moustiques, Plantes insectifuges, *Hyptis suaveolens*, Huiles essentielles, Répulsifs, Gestion des moustiques.

Insect repellent potential of bush mint, *Hyptis suaveolens* Poit. (Lamiaceae) : Perspectives for mosquito control in the tropics

ABSTRACT

Mosquitoes transmit to humans diseases such as malaria, dengue, yellow fever, west nil virus and filariasis. Mosquitoes are also nuisance insects because of their innumerable bites. Chemical insecticides and repellents are intensively used to control mosquitoes. DEET (*N, N*-diethyl-3-methylbenzamide) is one of the most well-known chemical repellents. DEET is effective against many different blood-sucking arthropods and is generally safe for topical use if applied as recommended, although serious adverse effects have been reported mainly with pregnant women and children. Concern about the deleterious effects associated with chemical insecticides has revived interest to explore plants as a source of natural insecticides and repellents for medical use. In that way, extracts of tropical plants which have long history as important component of traditional medicine and human nutrition can be considered. This article is a review of the international literature on *H. suaveolens* for its use against mosquitoes. Ethnobotanical studies and investigations related to the repellent effects of this plant are presented, and the perspectives for the use of its essential oil for mosquito control discussed.

Keywords: Mosquitoes, Insect repellent plants, *Hyptis suaveolens*, Essential oils, Repellents, Mosquito Control.

INTRODUCTION

Les *Culicidae* constituent le tout premier groupe d'insectes d'intérêt médical. Les moustiques sont vecteurs de trois groupes d'agents pathogènes pour l'être humain : *Plasmodium*, filaires des genres *Wuchereria* et *Brugia*, ainsi que de nombreux arbovirus. Plus de 150 espèces de *Culicidae* relevant de 14 genres sont porteuses de virus impliqués dans des maladies humaines (Mattingly, 1971). Les moustiques du genre *Anopheles*, *Aedes*, *Culex*, *Eretmapodites* et *Mansonia* transmettent à l'Homme respectivement le paludisme, la dengue et la fièvre jaune, la fièvre du nil occidental et diverses encéphalites, la fièvre de la vallée du Rift et les filarioses (Rosen, 1988 ; Takashima et Rosen, 1989). De nos jours, environ trois-quarts des espèces répertoriées à travers le monde sont originaires des zones subtropicales et tropicales humides. Ceci explique le fait que les moustiques vecteurs de maladies soient surtout présents dans les pays du sud notamment en Afrique, en Asie du Sud et en Amérique Latine (Marquardt *et al.*, 2005). Pour lutter contre les moustiques, des insecticides de synthèse sont intensivement utilisés soit pour la pulvérisation des gîtes larvaires et des domiciles, soit pour l'imprégnation des moustiquaires et des rideaux. Cette utilisation intensive d'insecticides chimiques

a conduit au développement du phénomène de résistance (Djogbénu *et al.*, 2011). Cette résistance se manifeste même pour l'organochloré DDT, pourtant réputé pour son effet choc et son extrême rémanence (Balkew *et al.*, 2006). Ceci rend de plus en plus difficile la lutte contre les moustiques. À ce problème de résistance, s'ajoute le rôle néfaste des pesticides chimiques sur la santé humaine et l'environnement. S'il est vrai que la toxicité immédiate de la majorité des produits utilisés est généralement faible, l'utilisation de ces produits chimiques peut, à long terme, nuire gravement à la santé publique, particulièrement en matière de fertilité et de cancer (De Jager *et al.*, 2012 ; Carson, 2002). Pour la protection individuelle, l'OMS recommande les répulsifs à base du DEET (*N, N*-diéthyl-3-méthylbenzamide), de l'IR3535 (Ethyl butylacétylamino propionate) ou de l'icaridine (1-piperidinecarboxyliqueacide, 2-(2-hydroxyethyl)-1-méthylpropylester). Le plus efficace de ces répulsifs est le DEET (Syed et Leal, 2008). Le DEET est un produit chimique connu depuis les années 1950 comme répulsif contre les insectes. Il a un large spectre d'action contre différents insectes, mais peut déclencher des allergies (Brown et Hebert, 1997 ; Fradin, 1998 ; Qiu *et al.*, 1998). De plus, des études ont

prouvé la toxicité du DEET, en particulier pour les femmes enceintes et les enfants (Corbel *et al.*, 2009). Face à ces problèmes, il est urgent d'envisager l'utilisation de moyens alternatifs pour la lutte contre les moustiques. Dans cette optique, les extraits de plantes tropicales peuvent être considérés. Les plantes médicinales ont une longue histoire en tant que composantes importantes dans la médecine traditionnelle et la nutrition humaine depuis les temps anciens. Naturellement, les composés botaniques contiennent beaucoup de principes actifs qui peuvent interrompre le cycle de vie des moustiques et réduire les nuisances causées par ceux-ci aux humains (Fallath & Khater, 2010). Des travaux ont été menés sur de nombreuses plantes médicinales pour leurs effets insecticides; au nombre de ces plantes, on peut citer *Hyptis*

suaveolens (De Mendonca *et al.*, 2005 ; Siddiqui *et al.*, 2002 ; Wandscheer *et al.*, 2004 ; Nathan *et al.*, 2005; Howard *et al.*, 2009; Okumu *et al.*, 2007; Shanmugasundaram *et al.*, 2008; Vatandoost et Vaziri, 2004; Gianotti *et al.*, 2008; Dua *et al.*, 2009 ; Markouk *et al.*, 2000; Singh *et al.*, 2005; Ramos *et al.*, 2006; Tian *et al.*, 2006; Massoud *et al.*, 2000; Rahuman *et al.*, 2008, 2000a,b; Redwane *et al.*, 2002 ; Loset *et al.*, 2000 ; Baraza *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2009 ; Karunamoorthi *et al.*, 2009 ; Mulla et Su, 1999 ; Shaalan *et al.*, 2005; Choochote *et al.*, 2007; Jaenson *et al.*, 2006 ; Katz *et al.*, 2008; Fallath et Khater, 2010). Cet article est une synthèse des connaissances actuelles sur *Hyptis suaveolens* pour son utilisation contre les moustiques nuisants et vecteurs de maladies en zones tropicales.

Etudes ethnobotaniques et composition chimique de l'huile essentielle de *Hyptis suaveolens*

H. suaveolens est une plante arbustive, fortement odorante, mentholée et pubescente qui pousse à l'état sauvage en colonies denses le long des rues, dans les jardins et les brousses en régions tropicales. C'est une plante d'environ 2m de haut qui possède des fleurs axillaires en cymes pauciflores. La corolle de la fleur est bleue et fait 6 mm de long. Sa floraison et sa fructification se déroulent en août, septembre et novembre. De la famille des *Lamiaceae* et originaire d'Amérique tropicale, *H. suaveolens* est largement répandue en Afrique, en Asie tropicale et en Australie (Ahoton *et al.*, 2010; Singh et Handique 1997; Fun & Svendsen, 1990). En médecine traditionnelle, la plante est utilisée pour traiter plusieurs maladies à savoir : l'indigestion, la douleur de l'estomac, la nausée, les rhumes, l'infection de la vésicule biliaire, les hyperthermies, les abcès du sein, les hémorroïdes, les candidoses bucco-anales, les œdèmes, les crampes et les infections de la peau (Azevedo *et al.*, 2001 ; Peerzada, 1997 ; Singh et Handique, 1997 ; Fun & Svendsen, 1990). Des études ethnobotaniques réalisées au Kenya sur des plantes traditionnellement utilisées contre les moustiques ont montré qu'un bon nombre de ces plantes chassent efficacement les moustiques

lorsqu'elles sont brûlées la nuit dans les chambres par les populations locales. Parmi ces plantes figure *H. suaveolens* (Seyoum *et al.*, 2002). Duke (2009) a également inscrit *H. suaveolens* dans sa base de données phytochimiques et ethnobotaniques comme une plante insectifuge. L'analyse phytochimique de *H. suaveolens* réalisée par chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse, a permis de détecter les principaux composés volatiles contenus dans les feuilles de cette plante. Il s'agit de : β -caryophyllène, bergamotène, terpinolène, l'humulène, sabinène et limonène (Jaenson *et al.*, 2006 ; Peerzada, 1997 ; Bin Din *et al.*, 1988). La plupart de ces composés ont été rapportés comme insectifuge et insecticide. β -caryophyllène qui est classé en tant que substance insectifuge et parasiticide est, en terme de pourcentage, le composé volatile le plus important identifié dans *H. suaveolens* (Bin Din *et al.*, 1988 ; Asekun & Ekundayo, 2000 ; Wheeler *et al.*, 2003 ; Malele *et al.*, 2003 ; Jaenson *et al.*, 2006). De plus, Kossouh et al. (2010) ont montré que l'huile essentielle extraite des feuilles de *H. suaveolens* récoltées au Bénin contient 42,3% de β -caryophyllène.

Effet répulsif de l'huile essentielle de *H. suaveolens*

Les travaux réalisés au laboratoire ont permis de déterminer le taux de répulsion de différentes concentrations de cette huile essentielle contre *Anopheles gambiae*. Les résultats ont révélé qu'en général le taux de répulsion augmente avec la concentration de l'huile. La concentration de 6% d'huile essentielle a produit au laboratoire le meilleur effet, puisqu'elle a permis de repousser jusqu'à 97% des moustiques immédiatement après application (Abagli *et al.*, 2012). Au cours des tests d'efficacité en milieu naturel, aucun moustique n'a été capturé sur les volontaires traités avec la concentration de 6% d'huile essentielle. Ces résultats révèlent que l'huile essentielle à la concentration de 6% chasse 100% des moustiques dans la zone d'étude, les 15 premières minutes après application. Au cours des expérimentations, les individus de *Culex quinquefasciatus* ont été capturés abondamment sur les pieds des volontaires non traités (témoins); quelques individus de *Anopheles gambiae* et *Aedes spp.* ont été également capturés. Ces résultats couplés avec ceux obtenus au laboratoire montrent que l'huile essentielle de *H. suaveolens* chasse effectivement ces trois espèces de moustiques, immédiatement après application. A la concentration de 8%, l'huile

essentielle a permis de chasser 97% des moustiques, 5 heures de temps après application. Six heures de temps après, le taux de répulsion à la concentration de 8% s'élève à 83%. Ceci permet de conclure que l'huile essentielle de *H. suaveolens* à la concentration de 8% peut assurer une protection individuelle presque totale contre les moustiques tout au moins pendant 5 heures de temps. Après ce délai, l'application de l'huile à cette concentration devrait être renouvelée si l'on a encore besoin de se protéger contre les piqûres de moustiques (Abagli *et al.*, 2012). Conti *et al.* (2012) ont expérimenté l'huile essentielle de *H. suaveolens* contre le moustique *Aedes Albopictus* et ont aussi conclu que le taux de répulsion ainsi que la durée de l'effet répulsif de cette huile augmente avec la concentration. Des travaux ont révélé que les formulations commerciales à base de DEET (à la concentration de 30%) et l'huile essentielle de *H. suaveolens* (à 10%) offrent la même durée de protection qui est de l'ordre de 5 heures (Abagli & Alavo, 2011 ; Frandin & Day, 2002). Ces données nous permettent de conclure que pour la protection individuelle contre les piqûres de moustiques, l'huile essentielle de *H. suaveolens* (à 10%) est aussi efficace que le DEET (à 30%).

Perspectives de l'utilisation de l'huile essentielle de *H. suaveolens* pour la lutte intégrée contre les moustiques

Les personnes qui dorment tous les jours sous moustiquaires imprégnées contractent régulièrement le paludisme. Cela arrive puisqu'avant d'aller se coucher sous moustiquaire imprégnée les gens se font piquer par les moustiques. Les moustiquaires imprégnées d'insecticides qui sont très recommandées dans la lutte contre le paludisme ne protègent les populations qu'au moment où elles se trouvent à l'intérieur de celle-ci. Dans une étude réalisée en Somalie, il a été démontré que la protection qu'offrent les moustiquaires contre la transmission du paludisme atteint à peine 54% au sein des populations qui les utilisent régulièrement (Noor *et al.*, 2008). De même, Toe-Pare *et al.* (2009) ont montré que la motivation des gens à utiliser les

moustiquaires imprégnées, diminue considérablement moins d'un an après les campagnes de sensibilisation. Pour ces auteurs, la raison principale de cette situation est la perception erronée des populations qui pensent que le paludisme n'est pas transmis par un moustique. Par conséquent, les moustiquaires imprégnées d'insecticides ne suffisent pas pour lutter contre les moustiques vecteurs de maladies, surtout dans les conditions d'Afrique où l'urbanisation anarchique favorise la prolifération des moustiques (Alavo *et al.*, 2010). Pour mieux réussir la lutte contre les moustiques vecteurs de maladies et réduire considérablement la prévalence du paludisme et autres maladies vectorielles, la gestion intégrée des insectes doit

être adoptée comme l'ont recommandé Okech et al. (2008). Ces auteurs ont, en effet, montré que la combinaison de différentes méthodes de lutte contre le paludisme au Kenya a permis de diminuer la prévalence de cette maladie dans les hôpitaux communautaires et les écoles. Alors, dans la perspective de réduire l'attaque des moustiques au moment où les personnes se trouvent à l'extérieur des moustiquaires, on peut envisager l'utilisation de l'huile essentielle de *H. suaveolens* comme moyen de protection individuelle. La non toxicité de *H. suaveolens* a été également démontrée. En effet, l'extrait aqueux de cette plante a été administré oralement aux rats à des doses de 5 à 500 mg / kg/ jour pendant 6 mois, en vue d'évaluer la toxicité aigue de cette plante. Aucun changement significatif n'a été observé par rapport au poids corporel des rats tout au long de l'étude. De même, les examens hematologiques, biochimiques et histopathologiques n'ont révélé aucune anomalie.

CONCLUSION

Au regard de tout ce qui précède, on peut conclure qu'il est possible d'exploiter, à peu de frais, l'huile essentielle du gros baume, *H. suaveolens*, pour la

Cette étude montre donc que l'extrait de *H. suaveolens* ne produit aucun effet toxique sur les rats (Attawish et al., 2005). De plus, lors des tests de répulsion effectués au laboratoire et en milieu naturel, aucune forme d'allergie n'a été signalée chez les volontaires traités avec l'huile essentielle de *H. suaveolens* (Abagli et al., 2012). En conclusion, on peut estimer que l'huile de *H. suaveolens* peut être utilisée sans danger comme répulsif anti-moustique. Par ailleurs, cette plante se retrouve en touffes denses le long des routes, et un peu partout dans les régions tropicales (Chukwujekwu et al., 2005). De plus, les travaux sur les techniques de production ont montré que cette plante pousse très facilement en Afrique de l'Ouest lorsque la technique de semis direct est utilisée (Ahoton et al., 2010). *H. suaveolens* est donc une plante qui peut être massivement cultivée dans les régions d'Afrique où sévissent les moustiques nuisants et vecteurs de maladies.

lutte contre les moustiques nuisants et vecteurs de maladies.

Conflits d'intérêt : Nous, auteurs, déclarons que nous n'avons pas de conflit d'intérêt.

Contribution des auteurs : AZA et TBCA ont contribué, à part égale, à la rédaction de cette revue de littérature.

REMERCIEMENTS

Prof. Gary Dunphy (Université McGill, Montréal, Canada) a toujours fourni aux auteurs les livres et articles qui ne sont pas disponibles en accès libre sur

internet. Les auteurs tiennent à le remercier sincèrement.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abagli AZ, Alavo TBC. 2011. Essential oil from bush mint, *Hyptis suaveolens*, is as effective as DEET for personal protection against mosquito bites. *The Open Entomology Journal* 5, 45-48.

Abagli AZ, Alavo TBC, Avlessi F, Moudachirou M. 2012. Potential of Bush Mint, *Hyptis suaveolens*, essential oil for personal protection against mosquitos' bitings. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 28(1) :15-19.

Ahoton LE, Alavo TBC, Ahomadegbe MA, Ahanhanzo C, Agbangla C. 2010. Domestication du gros

baume (*Hyptis suaveolens* (L.) Poit.) : techniques de production et potentiels insectes ravageurs au sud du Bénin. *Int J Biol Chem Sci* 4: 608-614.

Alavo TBC, Abagli AZ, Accodji M, Djouaka R. 2010. Unplanned urbanization promotes the proliferation of disease vector mosquitoes (Diptera: Culicidae). *Open Entomol. J.* 4: 1-7.

Asekun OT & Ekundayo O. 2000. Essential Oil Constituents of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. (Bush Tea) Leaves from Nigeria. *J. Essent. Oil Res.*, 12, 227-230.

- Attawish A, Chivapat S, Chavalittumrong P, Phadungpat S, Bandidhi J, Chaorai B. 2005. Chronic toxicity study of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit in rats. *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 27 (5) : 1027-1036.
- Azevedo NR, Campos IF, Ferreira HD, Portes TA, Santos SC, Seraphin JC, Paula JR, Ferri PH. 2001. Chemical Variability in the essential oil of *Hyptis suaveolens*. *Phytochemistry*, 57(5): 733-736.
- Balkew M, Elhassen I, Ibrahim M, Gebre-Michael T, Engers H. 2006. Very high DDT-resistant population of *Anopheles pharoensis* Theobald (Diptera : Culicidae) from Gorgora, northern Ethiopia. *Parasite*, 13(4). 327-329.
- Baraza LD, Joseph CC, Nkunya MH. 2007. A new cytotoxic and larvicidal himachalenoid, rosanoids and other constituents of *Hugonia busseana*. *Nat. Prod. Res.* 21(11): 1027–1031.
- Bin Din L, Zakaria Z, Samsudin MW, Brophy J & Toia RF. 1988. Composition of the steam volatile oil of *Hyptis suaveolens* Poit. *Pertanika* 11(2) 239-242.
- Brown M, Hebert AA. 1997. Insect repellents : an overview. *J Am Acad Dermatol*, 36: 243- 49.
- Carson R. 2002. Silent Spring. Mariner Books, USA, ISBN 0-618-24906-0.
- Choochote W, Chaithong U, Kamsuk K, Jitpakdi A, Tippawangkosol P. 2007. Repellent activity of essential oils against *Aedes aegypti*. *Fitoterapia*, 78 (5) : 359-364.
- Chukwujekwu JC, Smith P, Coombes PH, Mulholland DA, van Staden J. 2005. Antiplasmodial diterpenoid from the leaves of *Hyptis suaveolens*. *J Ethnopharmacol*, 102:295–297.
- Conti B, Benelli G, Flamini G, Cioni PL, Profeti R, Ceccarini L, Macchia M. and Canale A. 2012. Larvicidal and repellent activity of *Hyptis suaveolens* (Lamiaceae) essential oil against the mosquito *Aedes albopictus* Skuse (Diptera : Culicidae). *Parasitol Res.*, 110: 2013–2021.
- Corbel V, Stankiewicz M, Pennetier C, Fournier D, Stojan J, Girard E, Dimitrov M, Molgó J, Hougard JM, Lapied B. 2009. Evidence for inhibition of cholinesterases in insect and mammalian nervous systems by the insect repellent deet. *BMC Biol.*, 7: 47.
- De Jager C, Aneck-Hahn NH, Bornman MS, Farias P, Spanò M. 2012. DDT exposure levels and semen quality of young men from a malaria area in South Africa. *Malaria Journal*, 11(Suppl 1) : P21.
- De Mendonca FA, da Silva KF, dos Santos KK ; Ribeiro-Jú-nior KA, Sant'Ana A. 2005. Activities of some Brazilian plants against larvae of mosquito *Aedes aegypti*. *Fitoterapia*, 76 (7/8) : 629-636.
- Djogbéno L, Pasteur N, Akogbéto M, Weill M, Chandre F. 2011. Insecticide resistance in the *Anopheles gambiae* complex in Benin: a nationwide survey. *Med Vet Entomol.*, 25: 256–67.
- Dua VK; Pandey AC; Raghavendra K; Gupta A; Sharma T, Dash AP. 2009. Larvicidal activity of neem oil (*Azadirachta indica*) formulation against mosquitoes. *Malaria J.*, 1:124. doi :10.1186/1475 -2875 -8- 124.
- Duke J A 2009. Dr. Duke's Phytochemical and Ethnobotanical Databases. (<http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/duke/ethnobot.pl>). Consulté le 11/04/2007.
- Fallath SAB and Khater EIM. 2010. Potential of medicinal plants in mosquito control. *J. Egpt. Soc. Parasitol.*, 40 (1), 1- 26.
- Fradin MS. 1998. Mosquitoes and mosquito repellents: a clinician's guide. *Ann Intern Med*; 128: 931-40.
- Fun CE and Svendsen AB. 1990. The essential oil of *Hyptis suaveolens* Poit. grown on Aruba. *Flav. Fragr. J.*, 5: 161-163.
- Gianotti R ; Bomblies A ; Dafalla M ; Issa I ; Duchemin J, Eltahir EA. 2008. Efficacy of local neem extracts for sustainable malaria vector control in an African village. *Malaria J.*, 7: 138. Doi : 10.1186/1475-2875 -7 - 138.
- Howard AF, Adongo EA, Hassanali A, Omlin FX et al. 2009. Laboratory evaluation of the aqueous extract of *Azadirachta indica* (neem) wood chippings on *Anopheles gambiae* s.s. (Diptera : Culicidae) mosquitoes. *J. Med. Entomol.*, 46l: 107-114.
- loset J, Marston A ; Gupta M, Hostettmann K. 2000. Antifungal and larvicidal cordiaquinones from the roots of *Cordia curassavica*. *Phytochemi*, 53 (5) : 613-617.
- Jaenson TGT, Palsson K, Borg-Karlson AK. 2006. Evaluation of extracts and oils of mosquito (Diptera : Culicidae) repellent plants from Sweden and Guinea-Bissau. *Journal of medical entomology* 43 (1) : 113-119.

- Katz TM, Miller JH, Hebert AA. 2008. Insect repellents : Historical Perspectives and new developments. *J. Am. Acad. Dermatol.*, 58: 865-871.
- Karunamoorthi K, Mulelam A, Wassie F. 2009. Assessment of knowledge and usage custom of traditional insect/mosquito repellent plants in Addis Zemen Town, South Gonder, North Western Ethiopia. *J. Ethnopharmacol.*, 121(1) : 49-53.
- Kossouh C, Moudachirou M, Adjakidjè V, Chalchat J-C, Figuérédo G. 2010. A comparative study of the chemical composition of the leaves and fruits deriving the essential oil of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. From Benin. *J. Essent. Oil Res.*, 22: 1-3.
- Malele RS, Mutayabarwa CK, Mwangi JW, Thoithi GN, Lopez AG, Lucini EI, Zygadlo JA. 2003. Essential oil of *Hyptis suaveolens* L. (Poit.) from Tanzania : Composition and antifungal activity. *J. Essent. Oil Res.*, 15: 438-440.
- Markouk M, Bekkouche K, Larhsini M, Bousaid M. et al. 2000. Evaluation of some Moroccan medicinal plante extracts for larvicidal activity. *J. Ethnopharmacol.*, 73: 293-297.
- Marquardt W.C, Black WC, Higgs S, Freier JE, Hagedorn HH, Kondratieff B, Hemingway J. and Moore CG. 2005. *Biology of Disease Vectors*. Second Edition, Elsevier Academic Press.
- Massoud AM, Labib IM, 2000. Larvicidal activity of *Commiphora molmol* against *Culex pipiens* and *Aedes caspius* larvae. *J. Egypt. Soc.Parasitol.* 30(1) : 101- 115.
- Mattingly PF. 1971. Contributions to the mosquito fauna of Southeast Asia. – XII. Illustrated keys to the genera of mosquitoes (*Diptera, Culicidae*). *Contributions of the American Entomological Institute (Ann Arbor)*, 7(4) : 1–84.
- Mulla MS, Su T. 1999. Activity and biological effects of neem products against arthropods of medical and veterinary importance. *J. Am. Mosq. Cont. Assoc.*, 15 (2) : 133-152.
- Nathan SS, Kalaivani K, Murugan K. 2005. Effects of neem limonoids on the malaria vector *Anopheles stephensi* Liston (*Diptera : Culicidae*). *Acta Trop.* 96:47-55.
- Noor AM, Moloney G, Borle M, Fegan GW, Shewchuk T, Snow RW. 2008. The use of mosquito nets and the prevalence of plasmodium infection in rural South Central Somalia. *PLoS One*, 3(5) : e2081.
- Okech BA, Mwobobia IK, Kamau A, Muiruri N, Mutiso N, Nyambura J, Mwatele C, Amano T, Mwandawiro CS. 2008. Use of integrated malaria management reduces malaria in Kenya. *PLoS One*, 3 : e4050.
- Okumu FO, Knols BGJ, Fillinger U. 2007. Larvicidal effects of a neem (*Azadirachta indica*) oil formulation on the malaria vector *Anopheles gambiae*. *Malaria J.*, 6: 63-71.
- Peerzada N. 1997. Chemical composition of the essential oil of *Hyptis suaveolens*. *Molecules* 2:165–168.
- Qiu H, Jun HW, McCall JW. 1998. Pharmacokinetics, formulation, and safety of insect repellent *N, N-diethyl-3-methylbenzamide (DEET)* : a review. *J. Am. Mosq. Control Assoc.*, 14:12-27.
- Rahuman AA, Gopalakrishnan G, Ghouse B, Arumugam S, Himafayan B. 2000a. Effect of *Feronia lintonia* on mosquito larvae. *Fitoterapia*, 71(5) : 553-555.
- Rahuman AA, Gopalakrishnan G, Venkatesanp, Geetha K. 2000b. Isolation and identification of mosquito larvicidal compound from *Abutilon indicum* (Linn.) sweet. *Parasitol Res.*, 102(5) : 981-988.
- Rahuman AA, Venkatesan P, Goethe K, Gopalakrish G, Bagavan A, Kamaraj C. 2008. Mosquito larvicidal activity of gluanol acetate, a tetracyclic triterpenes de - rived from *Ficus racemosa* L. *Parasitol. Res.* 103(2) : 333-339.
- Ramos MV, Bandeira GP, de Freitas CD, Nogueira NA, Alencar NM. 2006. Latex constituents from *Calotropis procera* (R. Br.) display toxicity upon egg hatching and larvae of *Aedes aegypti* (Linn.). *Mem. Inst. Oswaldo Cruz.*, 101(5) :503-510.
- Redwane A, Lazrek HB, Bouallam S, Markouk M, Amarouch H. 2002. Larvicidal activity of extracts from *Quercus lusitania* var. *Infectoria* galls (Oliv.). *J. Ethnopharmacol.*, 79(2) : 261-263.
- Rosen L. 1988. Further observations on the mechanism of vertical transmission of flaviviruses by *Aedes* mosquitoes. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 39 (1) 123-126.
- Seyoum A, Kabiru EW, Lwande W, Killeen GF, Hassanali A, Knols BG. 2002. Repellency of live potted plants against *Anopheles*

- gambiae* from human baits in semi-field experimental huts. *Am J Trop Med Hyg.*, 67 (2) : 191-195.
- Shaalán EA, Canyon D, Younes MW, Abdel-Wahab H, Mansour H, 2005. A review of botanical Phytochemicals with mosquitocidal potential. *Environ. Int.*, 31(8): 1149-1166.
- Shanmugasundaram R, Jeyalakshmi, T, Dutt MS, Murthy PB. 2008. Larvicidal activity of neem and karanja oil cakes against mosquito vectors, *Culex quinquefasciatus* (Say), *Aedes aegypti* (L.) and *Anopheles stephensi* (L.). *J. Environ. Biol.*, 29(1) : 43- 45.
- Siddiqui BS, Afshan F, Faizi S, Naeem U, Hassan NS, et al. 2002. Two new triterpenoids from *Azadirachta indica* and their insecticidal activity. *J. Nat. Prod.*, 65(8) : 1216-1218.
- Silva EC, Cavalcanti BC, Amorim RC, Lucena JF, Quadros DS et al. 2009. Biological activity of neosergeolide and isobrucein B (and two semi-synthetic derivatives) isolated from the Amazonian medicinal plant *Picrolemma sprucei* (Simaroubaceae). *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 104 (1) : 48-56.
- Singh HB and Handique AK. 1997. Antifungal activity of the essential oil of *Hyptis suaveolens* and its efficacy in biocontrol measures in combination with *Trichoderma harzianum*. *J. Essent. Oil Res.*, 9: 683-687.
- Singh RK, Mittat PK, Dhiman RC. 2005. Laboratory study on larvicidal Properties of leaf extract of *Calotropis Procera* (Family : *Asclepiadaceaea*) against mosquito larvae. *J. Comm. Dis.* 37(2) : 109-113.
- Syed Z and Leal WS. 2008. Mosquitoes smell and avoid the insect repellent DEET. *Proc Natl Acad Sci USA*, 105(36) :13598–13603.
- Takashima I & Rosen L. 1989. Horizontal and vertical transmission of Japanese encephalitis virus by *Aedes japonicus* (Diptera : Culicidae). *Journal of medical entomology* 26 (5) : 454-458.
- Tian E, Akogbeto M, Koffi A, Toure M, Adja AM, Moussa K, Yao T, Carnevale P et Chandre F. 2006. Situation de la résistance d'*Anopheles gambiae* s.s. (Diptera : Culicidae) aux pyréthrinoides et au DDT dans cinq écosystèmes agricoles de Côte-d'Ivoire. *Bull Soc Pathol Exot.*, 99 (4) : 278-282.
- Toe-Pare L, Skovmand O, Damir KR, Diabate A, Diallo Y, Guiguemde TR, Doannio JM, Akogbeto M, Baldet T, Gruenais ME. 2009. Decreased motivation in the use of insecticide-treated nets in malaria endemic area in Burkina Faso. *Malaria J.*, 8(1) : 175.
- Vatandoost H, Vaziri VM. 2004. Larvicidal activity of a neem tree extract (Neemarin) against mosquito larvae in the Islamic Republic of Iran. *East Medit. Hlth. J.*, 10 (4/5) :523-581.
- Wandscheer CB, Duque JE, da Silva MA, Fukuyama Y, Wohlke JL. 2004. Larvicidal action of ethanolic extracts from fruit endocarps of *Melia azedaracha* and *Azadirachta indica* against the dengue mosquito *Aedes aegypti*. *Toxicon.*, 44 (8) : 829-835.
- Wheeler G, Massey LM, Southwell IA. 2003. Dietary influences on terpenoids sequestered by the biological control agent *Oxyops vitiosa* : effect of plant volatiles from different *Melaleuca quinquenervia* chemotypes and laboratory host species. *J Chem Ecol.*, 29:189–208.