

*Activité insecticide par fumigation des huiles essentielles de *Callistemon viminalis*, *Melaleuca leucadendron* et *Hyptis suaveolens* contre *Sitophilus spp.*, ravageur du maïs.*

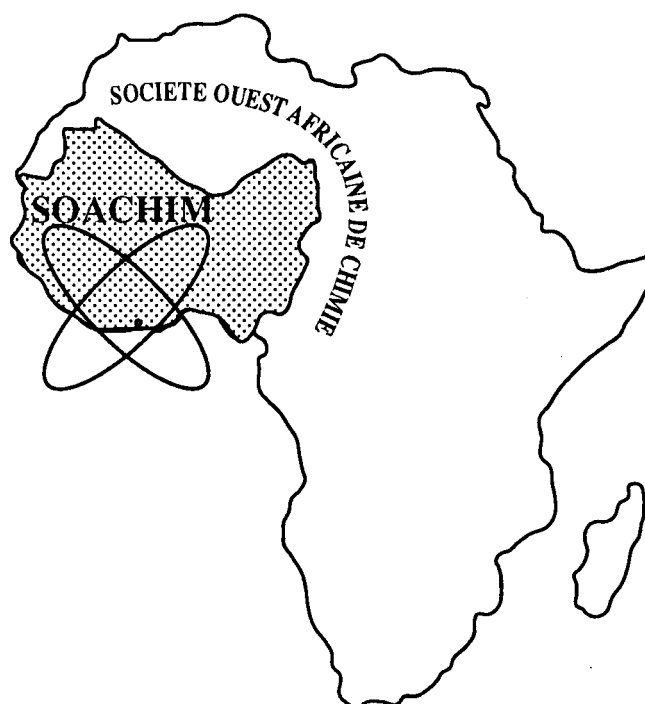
Rokhaya Fall, Saliou Ngom, Abdoulaye Samb

Mbacké Sembène

Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie

J. Soc. Ouest-Afr. Chim.(2017), 043 : 31 - 36

22^{ème} Année, Juin 2017



ISSN 0796-6687

Code Chemical Abstracts : JSOCF2

Cote INIST (CNRS France) : <27680>

Site Web: <http://www.soachim.org>

Activité insecticide par fumigation des huiles essentielles de *Callistemon viminalis*, *Melaleuca leucadendron* et *Hyptis suaveolens* contre *Sitophilus* spp., ravageur du maïs.

Rokhaya Fall^{1*}, Saliou Ngom², Abdoulaye Samb¹ et Mbacké Sembène³

(1) Laboratoire des Produits Naturels (LPN), Département de chimie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, B.P. 5005 Fann, Sénégal.

(2) Centre pour le Développement de l'Horticulture, Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (CDH – ISRA), B.P. 2057 Dakar-Hann, Sénégal.

(3) Laboratoire d'entomologie, Département de Biologie Animal, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, B.P. 5005 Fann, Sénégal.

(Reçu le 11/03/2016 – Accepté après corrections le 05/08/ 2017)

Résumé : L'activité insecticide par fumigation des huiles essentielles de *Callistemon viminalis*, *Melaleuca leucadendron* et *Hyptis suaveolens* contre *Sitophilus* spp., principal ravageur des stocks de maïs, a été étudiée dans les conditions de laboratoire. Les résultats obtenus ont montré une toxicité élevée de l'huile essentielle de *M. leucadendron* et de *C. viminalis* avec des taux de mortalités respectifs de 97,30 et 89,09 %, après 8 jours d'exposition à la concentration de 0,064 mL/L d'air, sur les adultes de *Sitophilus* spp. Par contre, l'huile essentielle de *H. suaveolens* a été moins efficace. Elle a donné des taux de mortalités respectives de 51,10 et 53,88 % après 6 et 8 jours d'exposition avec la même concentration. Les CL50 et CL90 de chaque huile essentielle ont été déterminées après 8 jours d'exposition. L'huile essentielle de *C. viminalis* a donné les concentrations létales les plus faibles 0,027 et 0,091 mL/L, suivi de celles de *M. leucadendron* et de *H. suaveolens* dont les CL50 et CL90 sont respectivement égales à (0,031 et 0,105 mL/L) et (0,076 et 0,134 mL/L). D'après ces résultats, ces trois plantes aromatiques, surtout les deux premières (*M. leucadendron* et *C. viminalis*), peuvent être utilisées dans la lutte contre les ravageurs de stocks de maïs.

Mots clés : Huile essentielle; Fumigation; Myrtacée; Lamiacée; *Sitophilus* spp.

Fumigant Activity of essential oils of *Callistemon viminalis*, *Melaleuca leucadendron* and *Hyptis suaveolens* against *Sitophilus* spp., corn pest.

Abstract: The insecticidal activity by fumigation of essential oils extracted from *Callistemon viminalis*, *Melaleuca leucadendron* and *Hyptis suaveolens* on *Sitophilus* spp., main pest of maize stocks; was investigated in laboratory conditions. The results of fumigation tests have noted a very high toxicity of *Melaleuca leucadendron* and *Callistemon viminalis* essential oil, with respective mortality rates of 97.30 and 89.09 %, obtained after 8 days exposure with the concentration of 0.064 mL / L of air, on the adults of *Sitophilus* spp. By against the essential oil of *Hyptis suaveolens* was less effective than the first two. However, 51.10 and 53.88 % of rates of mortality are obtained there with after 6 and 8 days exposure respectively, with the same concentration. The LC50 and LC90 of each essential oil sample are already fixed for the 8 days of exposure. Thus the essential oil of *C. viminalis* gave the lowest lethal concentrations 0.027 and 0.091 mL/L, followed by that of *M. leucadendron* and *H. suaveolens* whose LC50 and LC90 are respectively (0.031 and 0.105 mL/L) and (0.076 and 0.134 mL/L). From these results, these three herbs, especially the first two (*M. leucadendron* and *C. viminalis*), can be used in the fight against pests of maize stocks.

Keywords: Essential oil; Fumigation; Myrtaceae; Lamiaceae; *Sitophilus* spp.

* Auteur de correspondance : Rokhaya Fall, dabandia@yahoo.fr

1. Introduction

Les produits agricoles stockés tel le maïs sont généralement attaqués par des insectes, des champignons et des rongeurs. Très souvent les pertes sont considérables surtout dans les pays tropicaux humides comme le Sénégal. Certainement, celles causées par les insectes sont les plus importantes, en raison du climat favorable à leur développement^[1]. Ces ravageurs sont responsables de pertes pouvant dépasser 30 % sur les stocks de céréales ou de légumineuses^[2]. Ainsi, des études ont permis de recenser sur du maïs stocké neuf espèces de champignons principalement les genres *Penicillium*, *Rhizoctonia* et *Aspergillus* associés aux ravageurs^[3]. En effet, la présence de ces derniers sur les stocks est due à l'infestation par les insectes tels que *Sitophilus* spp., appartenant à la famille des Curculionidés et qui regroupe trois genres dont *Sitophilus zeamais* (Motsch), *Sitophilus oryzae* L. et *Sitophilus granarius*.

Face à ce problème, les paysans utilisaient les feuilles de certaines plantes (*Cassia* spp, *Hyptis* spp, etc.) comme insecticides. Ces plantes produisent diverses substances chimiques à effets toxiques ou anti-appétant^[4]. Toutefois, ces pratiques traditionnelles ont été délaissées au profit de l'utilisation d'insecticides de synthèse qui ont des effets néfastes sur le milieu physique et sur l'homme, d'où la nécessité de mener des études sur les bio pesticides.

Dans cette optique, la valorisation des ressources végétales locales à effet insecticide semble être une voie pertinente. Les huiles essentielles des plantes aromatiques font partie, ces dernières années, des voies les plus explorées dans la lutte contre ces ravageurs. Leur application dans la protection des stocks a fait l'objet de nombreux travaux^[5-6]. Leur toxicité s'exprime de différentes manières : activités ovicide, larvicide, antinutritionnelle et inhalatrice^[7].

Cette étude s'intéresse ainsi à évaluer l'effet insecticide par fumigation des huiles essentielles de deux myrtacées, (*Callistemon viminalis* et *Melaleuca leucadendron*) et d'une lamiacée *Hyptis suaveolens* du Sénégal, contre les ravageurs des stocks de maïs *Sitophilus* spp.

2. Matériel et méthodes

2.1. Récolte et conditionnement du matériel végétal

Les parties aériennes de *C. viminalis* (feuilles et rameaux) ont été collectées en octobre 2013 au jardin botanique de la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar. Celles

de *M. leucadendron* ont été récoltées durant la même période au jardin botanique du Parc Forestier de Hann. L'échantillon d'*Hyptis suaveolens* a été collecté dans l'enceinte de l'Institut Sénégalais de Recherche Agricole de Dakar à Hann, entre octobre et novembre 2013, période pendant laquelle, la plante est en pleine floraison. L'identité des plantes a été faite par les botanistes qui gèrent les parcs et confirmée par l'herbier disponible. Dans l'index Séminum (1985) du jardin botanique de la Faculté des Sciences et Techniques de l'UCAD, les plantes sont enregistrées sous les numéros suivants; *Callistemon viminalis* : (329); *Melaleuca leucadendron* : (334); *Hyptis suaveolens* : (250). Pour le conditionnement, les échantillons ont été étalés sur des paillasses pour un séchage à la température ambiante et à l'abri du soleil pendant six jours.

2.2. Extraction et analyse des huiles essentielles

La distillation par entraînement à la vapeur d'eau a été utilisée pour extraire les huiles essentielles à l'aide d'un appareillage de type Clevenger. La distillation est effectuée pendant deux heures. Les huiles essentielles récupérées ont été séchées avec du sulfate de sodium anhydre. Le rendement de chaque extrait est calculé ensuite ces derniers sont conservés dans des tubes scellés, au réfrigérateur jusqu'à leurs utilisations. L'analyse de la composition chimique a été effectuée à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse avec un détecteur à ionisation de flamme (GC-FID) et d'un chromatographe en phase gazeuse couplée avec la spectrométrie de masse (GC-SM).

2.3. Elevage en masse des insectes :

Du maïs infecté a été acheté au marché de Keur Mbaye Fall du département de Pikine dans la région de Dakar. Dans le but d'avoir une population homogène à l'essai, tous les insectes présents dans les échantillons de maïs collectés ont été éliminés. Les échantillons dépourvus d'insectes ont été gardés dans des bocaux à des conditions optimales de température 25 à 27 °C et d'humidité relative de 70 à 75 % qui favorisent la multiplication des insectes pour une durée de 15 à 21 jours. Les tests ont été effectués sur des insectes âgés au plus de 21 jours.

2.4. Toxicité par fumigation :

Cinq doses dont 0,5 ; 1 ; 2 ; 4 et 8 µL, correspondant aux concentrations respectives suivantes : 0,004 ; 0,008 ; 0,016 ; 0,032 et 0,064 mL/L d'air, sont répandue uniformément sur du

coton placé dans des tubes à essai dont l'ouverture est immédiatement bouché avec du coton non traité. A la suite, des lots de 20 insectes adultes fraîchement prélevés de leur milieu d'élevage et âgés de 21 jours au plus (après leur émergence des grains) sont introduit dans des bocaux de 125 mL contenant du maïs ; puis sont ajoutés dans ces bocaux, les tubes à essai avec du coton traité ou non traité pour les témoins. Enfin, les bocaux sont immédiatement fermés hermétiquement. Le nombre d'insectes morts dans chaque lot est compté toutes les 48 heures d'exposition pendant 8 jours et le pourcentage de mortalité corrigé est exprimé selon la formule d'Abbott (1925).

$$Mc = \frac{Me - Mt}{100 - Mt} \times 100 \quad (1)$$

Mc = mortalité corrigée en pourcentage ;

Me = mortalité de l'échantillon testé ;

Mt = mortalité dans le témoin non traité

2. 5. Analyses statistiques

Les différents tests ont été répétés quatre fois. Les résultats obtenus ont été soumis à une analyse de variance (ANOVA) et comparés avec le test multi variable de Newman – Keuls au seuil de 5%, grâce au logiciel XLSTAT version 6.1.9. Les concentrations létales CL50 et CL90 de chaque extrait d'huile essentielle ont été estimées après 8 jours d'exposition des insectes aux différentes concentrations testées. Ces valeurs ont été déterminées à partir d'une courbe expérimentale donnant les variations de la mortalité corrigée en fonction des concentrations croissantes de chaque huile essentielle.

3. Résultats et Discussion

3. 1. Rendement des extraits

Après extraction des huiles essentielles, les rendements sont calculés et donnés dans le tableau I suivant.

Tableau I : Rendement des extraits

Plantes (Feuilles)	Rendement (%)
<i>Callistemon viminalis</i>	3,920
<i>Melaleuca leucadendron</i>	1,277
<i>Hyptis suaveolens</i>	0,220

L'analyse comparative des résultats d'extraction a montré que les feuilles séchées de *C. viminalis* sont beaucoup plus riches en huiles essentielles que celles

de *M. leucadendron* et d' *H. suaveolens*. Ce pourcentage d'extraction (3,92 %) obtenu pour *C. viminalis* est également très élevé par rapport à ceux rencontrés dans la littérature qui sont égaux à 0,7 et 0,85 % [8-9]. Cependant, le rendement d'huile essentielle obtenu avec *M. leucadendron* est comparable à ceux rencontrés dans la littérature (0,61 % à 1,59 %) pour les feuilles des espèces Indonésiennes [10] et 0,76 % obtenu avec celle de Rio de Janeiro [11]. De même que pour *H. suaveolens*, le rendement obtenu est comparable à celui de l'échantillon du Plateau d'Abomey-Calavi (Bénin) qui est égal à 0,23 % [12].

3. 2. Composition chimique des huiles essentielles

L'analyse chimique par CPG et par CG/MS des huiles essentielles extraites par hydrodistillation des feuilles séchées de *C. viminalis*, *M. leucadendron* et *H. suaveolens*, a permis d'obtenir les résultats du tableau II.

Ces résultats montrent une prédominance de l'oxyde monoterpénique 1,8-cinéole dans l'huile essentielle de *C. viminalis* (58,12 %) de même que dans celle de *M. leucadendron* (28,87 %) (Tableau II). Par contre, dans l'huile d'*H. suaveolens* cette famille est quasiment absente de sa composition chimique. Cependant, elle montre une très grande richesse en monoterpènes hydrogénés représentés par (sabinène, α et β -pinène, E-ocimène et limonène) et en sesquiterpènes hydrogénés représentés par (δ -élémane, β -caryophyllène, α -Bergamotène, germacrène D et β -bisabolène) ; avec des teneurs respectives de (45,98 % et 34,50 %) (Tableau II).

Par ailleurs, une différence est notée sur la composition chimique des deux myrtacées : *C. viminalis* est très riche en oxydes monoterpéniques qui constituent l'essentiel de l'essence et *M. leucadendron* a montré par contre une huile essentielle riche en oxydes monoterpéniques (28,87 %), monoterpènes hydrogénés (27,72 %) représentés par le α et β -pinène et le limonène et aussi en alcools sesquiterpéniques dont l'épiglobulol avec une concentration de 23,06 % (Tableau II).

3.3. Effet des huiles essentielles sur les adultes de *S. spp.* :

L'activité insecticide des deux échantillons d'huiles essentielles (*C. viminalis* et *M. leucadendron*) varie de façon significative avec la concentration appliquée et la durée d'exposition

(Tableau III et IV). Cependant, celle induit par l'huile essentielle de *Hyptis suaveolens* n'est significative que par la variation de la concentration (Tableau V).

La moyenne des mortalités des insectes soumis aux différentes concentrations des huiles essentielles de *C. viminalis* et *M. leucadendron* a augmentée suivant la durée d'exposition (2 ; 4 ; 6 et 8 jours) (Tableau III et IV) ; avec une variation suivant la concentration. Cependant, avec l'huile de *H. suaveolens*, le taux de mortalité évolue en fonction de la concentration et de la durée d'exposition. La mortalité moyenne augmente de façon linéaire en fonction de la concentration et de la durée d'exposition pour passer de 4,94 à 53,88 % (Tableau V). Dans les présentes conditions expérimentales, les concentrations de 0,004 ; 0,008 ; 0,016 ; 0,032 et 0,064 mL/L ont donné un effet insecticide élevé avec les huiles essentielles de *C. viminalis* et *M. leucadendron*. En effet, elles ont induit des taux de mortalité supérieurs à 60 % après

6 jours d'exposition (de 64,48 à 97,30 %), sauf pour la concentration de 0,008 mL/L qui permet d'obtenir un taux de mortalité égal à 52,73 % seulement après 8 jours avec l'échantillon de *C. viminalis*. Pour cette même huile, nous pouvons toujours noter que la mortalité la plus élevée est obtenue avec la plus faible dose de 0,004 mL/L d'air avec un taux de mortalité égal à 89,09 % en 8 jours. Ainsi, l'analyse de la variance avec le test de Newman et Keuls à $p < 0,05$ a confirmé ces résultats. En effet, les plus forts taux de mortalité (53,88 à 97,30 %) ont été obtenus après 8 jours d'exposition avec la concentration de 0,064 mL/L (*M. leucadendron* et *H. suaveolens*) ou 0,004 mL/L (*C. viminalis*). Ces résultats ont montré que la toxicité des échantillons d'huile essentielle augmente avec la durée d'exposition. Toutefois, toutes les concentrations testées se sont révélées relativement toxiques sur les insectes. Seulement l'échantillon de *Hyptis suaveolens* a été beaucoup moins toxique que les deux autres échantillons d'huiles essentielles.

Tableau II: Composés majoritaires des huiles essentielles de *C. viminalis*, *M. leucadendron* et *H. suaveolens*

Indices de rétention calculés	Composés identifiés	<i>Callistemon viminalis</i>	<i>Melaleuca leucadendron</i>	<i>Hyptis suaveolens</i>	Famille des composés chimiques
926	α -pinène	2,49	12,22	2,09	Monoterpènes Hydrogénés
973	sabinène	-	0,53	31,49	
978	β -pinène	0,76	3,85	5,14	
989	myrcène	2,96	0,65	0,86	
1030	limonène	9,72	11,65	1,32	
1031	E-ocimène	-	-	5,08	
1034	1,8-cinéol	58,12	28,87	0,08	Oxydes monoterpéniques
1086	terpinolène	0,15	0,54	5,60	Alcools monoterpéniques
1096	α -terpinéol	9,56	7,06	0,33	
1225	géraniol	6,02	0,26	-	Sesquiterpènes Hydrogénés
1239	δ -élémane	3,53	-	2,14	
1426	β -caryophyllène	0,63	-	20,28	
1435	α -Bergamotène	-	0,06	3,51	
1487	germacrène D	-	-	3,11	
1502	β -bisabolène	-	-	5,46	
1605	épiglobulol	-	23,06	-	Alcools sesquiterpéniques

(-) = trace

Tableau III : Moyenne des mortalités corrigées avec l'huile de *C. viminalis*

Durée d'exposition en (jour)	Moyenne des mortalités corrigées (%)					
	Concentration (mL/L)					
	0	0,004	0,008	0,016	0,032	0,064
2	0,00±0,00a	30,00±4,08a	10,00±4,08a	26,25±2,50a	26,25±8,54a	31,25±8,54a
4	0,00±0,00ab	52,11±5,34b	19,72±7,54ab	52,11±6,75b	56,34±18,85bc	66,2±18,93bc
6	0,00±0,00ac	79,03±8,55c	43,55±19,42bc	69,35±8,16c	70,97±22,80c	82,26±21,27c
8	0,00±0,00ac	89,09±12,43c	52,73±22,23c	72,73±15,13c	74,55±17,73c	87,27±21,59c

A l'intérieur d'une même ligne, les moyennes affectées d'une même lettre ne diffèrent pas statistiquement entre elles (test de Newman-Keuls, $p < 0,05$).

3.4. Détermination des CL50, CL90 et coefficient de détermination des différents extraits testés sur les adultes de *S. spp.*

Les concentrations létales à 50 et à 90 % (CL50 et CL90), de même que les équations de régressions, ainsi que les coefficients de détermination des huiles essentielles de *C. viminalis*, *M. leucadendron* et *H. suaveolens*, sont consignées dans le Tableau VI.

Les CL50 et CL90 de chaque produit confirment les résultats obtenus au niveau des tests. En effet, les CL50 et CL90 obtenues ont montré que l'huile essentielle de *C. viminalis* a donné les concentrations létales les plus faibles (0,027 et 0,091 mL/L) donc plus toxique que l'huile essentielle de *M. leucadendron* et de *H. suaveolens* dont les CL50 et CL90 sont respectivement égales à (0,031 et 0,105 mL/L) et (0,076 et 0,134 mL/L).

Le tableau II montre que les huiles essentielles de *C. viminalis* et de *M. leucadendron*, contiennent d'intéressants composés majoritaires tels que le 1,8-cinéole, le limonène, le α -terpinéol et le α -pinène dont les propriétés insecticides ont été déjà démontrées [13-17]. En effet, les propriétés insecticides du 1,8-cinéole ont été démontrées contre plusieurs insectes [13]. De même, une étude sur son activité biologique contre les charançons des denrées alimentaires stockées a démontré l'effet

répulsif de ce constituant à l'égard de *Sitophilus granarius* et *Sitophilus zeamais* [13]. En outre, plusieurs études ont été effectuées sur des plantes aromatiques à effets insecticides contre le charançon du maïs et dans la majorité de ces plantes, il est noté la présence du 1,8-cinéole, du α -pinène ou encore du limonène dans la composition chimique de leurs huiles essentielles [14-15]. Les propriétés insecticides du α -pinène contre plusieurs insectes ont été également démontrées, en l'occurrence contre *Tribolium confusum* [16]. Des effets similaires ont été également notés avec le α -terpinéol [13-17]. Ainsi, la présence de ces composés à des taux élevés dans les huiles essentielles de *C. viminalis* et de *M. leucadendron* nous permet de penser que la toxicité de ces derniers contre les adultes de *S. spp.*, est certainement due à la présence de ces composés majoritaires ou à une synergie. Par ailleurs, cette hypothèse pourrait être confirmée par les résultats obtenus avec l'huile essentielle d'*H. suaveolens* avec ses composés majoritaires totalement différents de ceux des deux premiers échantillons (Tableau II). En effet, les taux de mortalités les plus faibles ont été enregistrés avec ce dernier échantillon avec un maximum de 53,88 % obtenu au huitième jour d'exposition avec la concentration maximale de 0,064 mL/L (Tableau V).

Tableau IV : Moyenne des mortalités corrigées avec l'huile de *M. leucadendron*

Moyenne des mortalités corrigées (%)						
Durée d'exposition en (jour)	Concentration (mL/L)					
	0	0,004	0,008	0,016	0,032	0,064
2	0,00±0,00a	16,25±10,31a	17,50±6,45a	6,25±6,29a	11,25±8,54a	23,75±17,50a
4	0,00±0,00ab	41,12±9,82b	37,04±12,74b	33,04±6,83b	34,47±9,95b	51,45±12,08b
6	0,00±0,00ac	69,22±17,58bc	64,48±21,02bc	65,67±13,36bc	66,05±13,12bc	81,66±15,23bc
8	0,00±0,00ad	78,37±16,85bd	86,67±11,61bd	88,03±5,77bd	85,22±15,98bd	97,30±3,13bd

A l'intérieur d'une même ligne, les moyennes affectées d'une même lettre ne diffèrent pas statistiquement entre elles (test de Newman-Keuls, $p < 0,05$).

Tableau V : Moyenne des mortalités corrigées avec l'huile de *H. suaveolens*

Moyenne des mortalités corrigées (%)						
Durée d'exposition en (jour)	Concentration (mL/L)					
	0	0,004	0,008	0,016	0,032	0,064
2	0,00±0,00a	-0,07±4,19a	2,44±8,74a	1,19±4,90a	4,94±7,19a	8,75±10,31a
4	0,00±0,00a	-0,66±12,04a	4,56±11,62a	3,31±11,10a	27,13±5,29ab	43,24±10,42ac
6	0,00±0,00a	-3,16±9,94a	4,64±12,64a	1,92±12,64a	27,91±5,58ab	51,10±10,86ac
8	0,00±0,00a	-5,88±8,32a	2,04±12,98a	1,82±15,68a	28,28±12,19ab	53,88±9,27ac

A l'intérieur d'une même ligne, les moyennes affectées d'une même lettre ne diffèrent pas statistiquement entre elles (test de Newman-Keuls, $p < 0,05$).

Tableau VI : CL50, CL90 et coefficient de détermination des différents extraits testés sur les adultes de *S. spp.*

Plantes testées	CL50	CL90	Equation de régression	Coefficient de détermination
<i>C. viminalis</i>	0,027 mL/L	0,091 mL/L	$Y = 635,87x + 32,35$	$R^2 = 0,864$
<i>M. leucadendron</i>	0,031 mL/L	0,105 mL/L	$Y = 540,14x + 33,13$	$R^2 = 0,914$
<i>H. suaveolens</i>	0,076 mL/L	0,134 mL/L	$Y = 686,35x - 2,12$	$R^2 = 0,820$

4. Conclusion

A travers cette étude, nous avons testé l'efficacité par fumigation des huiles essentielles extraites des feuilles sèches de deux myrtacées (*C. viminalis* et *M. leucadendron*) et d'une lamiacée (*H. suaveolens*) sur les adultes de *Sitophilus* spp. La toxicité remarquable des huiles essentielles des deux myrtacées, de même que la faible toxicité de l'huile d'*H. suaveolens* vis-à-vis des insectes testés semble être le résultat de l'un ou de plusieurs éléments constitutifs de ces essences végétales. Certainement, les huiles essentielles de *C. viminalis* et *M. leucadendron*, de même que celle d'*Hyptis Suaveolens*, malgré sa faible toxicité par rapport aux deux myrtacées, peuvent être recommandées comme alternative aux pesticides de synthèse dans la lutte contre les ravageurs des stocks de maïs.

Remerciements

Nous remercions le programme WAAPP 2, ainsi que l'Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA).

Bibliographie

- [1] Kpatinvoh B., Adjou E. S., Dahouenon-Ahoussi E., Konfo T. R. Ch., Atrevy B. C., Sohounhlou D. Problématique de la conservation du niébé (*Vigna unguiculata* (L), Walp) en Afrique de l'Ouest : étude d'impact et approche de solution. *Journal of Animal & Plant Sciences* (2016) 31 (1), 4831-4842.
- [2] Guéye M. T., Seck D., Wathelet J.P., Lognay G. Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale : synthèse bibliographique. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* (2010) 15(1), 183-194.
- [3] Lamboni Y., Hell K. Propagation of mycotoxigenic fungi in maize stores by post-harvest insects. *Int. J. Trop. Insect Sci.* (2009) 29 (1), 31-39.
- [4] Philogène B.J.R., Regnault-Roger C., Vincent C. Produits phytosanitaires insecticides d'origine végétale : promesses d'hier et d'aujourd'hui. Biopesticides d'origine végétale. Lavoisier-Éditions Tec et Doc 2002, 1-17. Paris.
- [5] Kellouche A., Chebheb-Hedjal M. Activité biologique des huiles essentielles de quatre myrtacées, de deux cupressacées et d'une pinacée à l'égard d'un insecte ravageur des grains stockés, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). AFPP – Dixième Conférence Internationale sur les ravageurs en agriculture – 22 et 23 Octobre 2014. Montpellier.
- [6] Ouedraogo I., Sawadogo A, Nebié R. Ch., Dakouo D. Evaluation de la toxicité des huiles essentielles de *Cymbopogon nardus* (L) et *Ocimum gratissimum* (L) contre *Sitophilus zeamais*

Motsch et *Rhyzopertha dominica* F, les principaux insectes nuisibles au maïs en stockage au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* (2016) 10(2), 695-705.

- [7] Nyamador S. W., Ketoh G. K., Koumaglo H. K., Glitho I. A. Activités ovicide et larvicide des huiles essentielles de *Cymbopogon giganteus* Chiov. et de *Cymbopogon nardus* L. Rendle sur les stades immatures de *Callosobruchus maculatus* F. et de *Callosobruchus subinnotatus* Pic. (Coleoptera : Bruchidae). *J. Soc. Ouest-Afr. Chim.* (2010) 029, 67 -79.
- [8] Gohar A. A., Maatooq G. T., Gadara S. R., Aboelmaaty W. S. The profile and antimicrobial activity of the essential oil from *Callistemon viminalis* (Sol. Ex Gaertner) G. Don Ex Loudon leaves. *Journal of Biotechnology and Pharmaceutical Research* (2014) 5(1), 007-011.
- [9] Ndomo A.F., Tapondjou A.L., Tendonkeng F., Tchouanguep F.M. Evaluation des propriétés insecticides des feuilles de *Callistemon viminalis* (Myrtaceae) contre les adultes d'*Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera; Bruchidae). *Tropicicultura* (2009) 27(3), 137-143.
- [10] Pujiarti R., Ohtani Y. Physicochemical properties and chemical compositions of *Melaleuca leucadendron* leaf oils taken from the plantations in Java, Indonesia. *Journal of Wood Science* (2011) 57(5), 446-451.
- [11] Siani A. C., Nakamura M. J., Das Neves G. P., Monteiro S. da S., Ramos M. F. S. Leaf Essential Oil from Three Exotic Myrtaceae Species Growing in the Botanical Garden of Rio de Janeiro, Brazil. *American Journal of Plant Sciences* (2016) 7, 834-840.
- [12] Adjou E. S., Soumanou M. M. Efficacité des extraits de plantes dans la lutte contre les moisissures toxigènes isolées de l'arachide en post-récolte au Bénin. *Journal of Applied Biosciences* (2013) 70, 5555– 5566.
- [13] Obeng O. D., Reichmuth C.H., Bekele J., Hassanali A. Biological activity of 1,8-cineole, a major component of essential oil of *Ocimum kenyense* (Ayobangira) against stored product beetles. *J. of Applied Entomol.* (1997) 121, 237-243.
- [14] Liu Z.L., Chu S.S., Liu Q.R. Chemical composition and insecticidal activity against *Sitophilus zeamais* of the essential oils of *Artemisia capillaris* and *Artemisia mongolica*. *Molecules* (2010) 15(4), 2600-2608.
- [15] Wei Q. L., Cai H. J., S.S. Chu, M. X. Zuo, Z. L. Liu. Chemical Composition and Toxicity against *Sitophilus zeamais* and *Tribolium castaneum* of the Essential Oil of *Murraya exotica* Aerial Parts. *Molecules* (2010) 15(8), 5831-5839.
- [16] Ojimelu Akwe P.C., Alder C. Potential of Zimtaldehyde, 4-allylanisol, linalool, terpinol and others phytochemicals for the control of the confused flour beetle (*Tribolium confusum* J.D.C.) (G.L. *Tenebrionidea*). *J. of Pest Science* (1999) 72, 81-86.
- [17] Prates H.T., Santos J.P., Waquil J.M., Fabris J.D., Oliveira A.B., Foster J.E. Insecticidal activity of monoterpenes against *Rhyzopertha dominica* (F.) and *Tribolium castaneum* (H.). *J. Stored Prod Res.* (1998) 34, 243-249.