

Available online at <http://www.ifg-dg.org>

Int. J. Biol. Chem. Sci. 10(2): 695-705, April 2016

ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print)

**International Journal
of Biological and
Chemical Sciences**

Original Paper<http://ajol.info/index.php/ijbcs><http://indexmedicus.afro.who.int>

**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**

Issoufou OUEDRAOGO^{1*}, Alaye SAWADOGO¹, Roger CH. NEBIE²
et Dona DAKOUO¹

¹Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Station de Farako-Bâ,
Laboratoire d'Entomologie, 01 BP 910 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso.

²Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies (IRSAT), 03 BP 7047 Ouagadougou 03,
Burkina Faso.

*Auteur correspondant ; E-mail: yeguere@yahoo.com

RESUME

Au Burkina Faso, les pertes du maïs pendant le stockage demeurent importantes et sont provoquées par *Sitophilus zeamais* Motsch. et *Rhyzopertha dominica* F. Les méthodes de protection contre ces insectes sont l'utilisation d'insecticides chimiques. Cependant, face aux nuisances associées à ces insecticides, la recherche d'alternative s'avère indispensable. C'est dans ce cadre que s'inscrit l'utilisation des huiles essentielles dans la protection des stocks de maïs. Ainsi, les huiles essentielles de *Cymbopogon nardus* (L.) et de *Ocimum gratissimum* (L) ont été testées en vue d'évaluer leur efficacité dans la protection des stocks de maïs contre les insectes. Les expérimentations ont été conduites au laboratoire par l'utilisation de différentes doses de ces huiles pour évaluer la mortalité qu'elles provoquent sur les adultes des insectes testés. Les insectes ont été mis en présence de chaque huile essentielle dans des bocaux en verre de 1 litre pendant 24 h, 48 h et 72 h. Les doses testées ont varié de 1 à 100 µl pour les adultes de *S. zeamais* et de 1 à 75 µl pour *R. dominica*. Les résultats montrent que les taux de mortalité dus aux deux huiles atteignent 100% en fonction de l'espèce d'insecte, des doses utilisées et du temps d'exposition. Ainsi, la dose de 75 µl de l'huile de *O. gratissimum* provoque une mortalité de 80% des adultes de *S. zeamais* en 24 h contre 99,5% si on utilise 100µl d'huile essentielle de *C. nardus* pour une durée de 72 h. Sur les adultes de *R. dominica*, 48 h après application de 50 µl de l'huile de *O. gratissimum*, les taux de mortalité ont été de 100%. Les résultats obtenus indiquent que les huiles essentielles de *C. nardus* et de *O. gratissimum* peuvent être utilisées dans la protection des stocks de maïs contre *S. zeamais* et *R. dominica*.

© 2016 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Huile essentielle, insectes, protection, maïs, stockage, Burkina Faso.

Evaluation of the toxicity of essential oils of *Cymbopogon nardus* (L) and *Ocimum gratissimum* (L) against maize insects *Sitophilus zeamais* Motsch and *Rhyzopertha dominica* F, the major insect pests in maize storage in Burkina Faso

ABSTRACT

In Burkina Faso, maize losses during storage are important and are due to *Sitophilus zeamais* Motsch and *Rhyzopertha dominica* F. The control methods against these insects are the use of chemical insecticides. However, because of the nuisances associated with these insecticides, the alternative research is necessary. It is in this context that the use of essential oils could be an alternative in the management of the insect pests stocks. Thus, the essential oils extracted from *Cymbopogon nardus* (L.) and *Ocimum gratissimum* were tested in order to evaluate their insecticide power on the adults of *S. zeamais* and *R. dominica*. The experiments were carried out in laboratory with different doses of these essential oils to evaluate the mortality caused on the adults of these two insects. To do this, the insects were exposed to each essential oil inside glass pots of 1 L during 24 h, 48 h and 72 h. The tested doses varied between 1 µl to 100 µl for the adults of *S. zeamais* and between 1 µl to 75 µl for the adults of *R. dominica*. Results show that the rates of mortality caused by the two oils were up to 100% depending on the species of the insect, the doses used and the duration of exposure. Thus, a concentration of 75 µl of essential oil of *O. gratissimum* induces 80% mortality of adults of *S. zeamais* after 24 h. With essential oil of *C. nardus*, 99.5% mortality was obtained on adults of *S. zeamais*, after 72 h for a dose of 100 µl. On the adults of *R. dominica*, the rate of mortality was 100% for the concentration of 50 µl, 48 h after the application of oil of *O. gratissimum*. With the essential oil of *C. nardus*, the rates of mortality of *R. dominica*, were up to 100% after 48 h. The results obtained indicated that the essential oils of *C. nardus* and *O. gratissimum* can be used in the protection of maize storage against *S. zeamais* and *R. dominica*.
© 2016 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Essential oil, insects, protection, maize, storage, Burkina Faso

INTRODUCTION

Le maïs (*Zea mays* L.) est l'une des céréales traditionnelles les plus consommées en Afrique subsaharienne (Danho et Haubruge, 2003). Au Burkina Faso, le maïs est la seconde céréale la plus produite après le sorgho. Sa production représente environ 30% de la production céréalière totale du pays (MARHASA, 2015) et ne cesse de croître du fait de l'accroissement des superficies et de la mise au point par la recherche de nouvelles variétés à hauts potentiels de rendement. Cependant, les pertes post récolte restent importantes du fait des contraintes de stockage et de conservation. Ces pertes sont estimées à 19,1% en 2014 et dont l'essentiel est causé par les insectes ravageurs lors du stockage (CILSS, 2014). Dans les structures de stockage recensées au Burkina Faso, les insectes représentent le principal facteur de

dégradation des céréales (Waongo et al., 2013). Ils constituent de ce fait, la première contrainte de stockage des céréales. Parmi ces insectes, *Sitophilus zeamais* Motsch et *Rhyzopertha dominica* F., sont considérés comme faisant partie des espèces les plus nuisibles aux stocks de maïs (Waongo et al., 2013). Ces coléoptères sont à la base d'importants dégâts si aucune mesure de protection n'est prise (Ngamo et Hance, 2007).

Pour faire face à la nuisibilité de ces insectes, les moyens de lutte sont essentiellement orientés vers l'usage des insecticides chimiques de synthèse. Cependant, si ces produits sont pour la plupart, efficaces dans les conditions optimales d'utilisation, il reste que leur emploi intensif et incontrôlé présente d'énormes inconvénients (Salim, 2011). Au nombre de

ceux-ci, on note l'apparition de souches résistantes chez les insectes, les intoxications des consommateurs, la pollution de l'environnement (Benayad, 2008 ; Camara, 2009 ; Gueye et al., 2011).

Face à ces nuisances, la recherche d'alternative plus respectueuse de la santé humaine et de l'environnement s'avère indispensable. A cet égard, l'utilisation des huiles essentielles pourrait présenter une solution dans la régulation des ravageurs de stocks (Gueye et al., 2011).

La présente étude a pour but de tester au laboratoire, la toxicité des huiles essentielles de *Cymbopogon nardus* (L) et *Ocimum gratissimum* (L) sur les adultes de *Sitophilus zeamais* et *Rhyzopertha dominica*. L'objectif général est d'évaluer l'efficacité de ces huiles essentielles dans la protection des stocks de maïs contre ces deux principaux insectes nuisibles.

MATERIEL ET METHODES

Matériel animal

Les adultes de *Sitophilus zeamais* et de *Rhyzopertha dominica* utilisés pour les tests proviennent des élevages de masse entretenus au sein du Laboratoire d'Entomologie de Farako-Bâ. Ces deux insectes ont été isolés par tamisage des céréales infestées et seuls les insectes nouvellement émergés ont été utilisés pour les tests.

Matériel végétal

Milieu d'élevage des insectes

La variété de maïs SR21 a été utilisée comme milieu alimentaire pour les tests de toxicité des huiles essentielles sur les adultes de *S. zeamais* et de *R. dominica*. Les grains de maïs ont été triés et conservés au congélateur à -18 °C jusqu'au moment des tests pour éviter toute infestation.

Extraction des huiles essentielles

Les plantes aromatiques utilisées pour l'extraction des huiles essentielles sont *Cymbopogon nardus* (L). Rendle et *Ocimum gratissimum* (L). Elles ont été récoltées dans

le champ de l'Institut de Recherches en Sciences Appliquées et Technologies (IRSAT) à Ouagadougou au Burkina Faso (12°25'470'' latitude Nord et 1°29'251'' longitude Ouest). Les feuilles de ces plantes d'où sont extraites les huiles essentielles ont été récoltées en octobre 2013 et en février 2014 respectivement pour *Cymbopogon nardus* et *Ocimum gratissimum*.

Les huiles essentielles ont été extraites à l'IRSAT au Département des Substances Naturelles, par hydrodistillation des feuilles de *Cymbopogon nardus* et *Ocimum gratissimum*. Les analyses chimiques ont été réalisées par Chromatographie en Phase Gazeuse de marque AGILENT modèle 6890, équipé d'une colonne DB5 MS colonne (20 m x 0,18 mm, 0,18 µm), programmé de la manière suivante : 50 °C (3,2 min) à 300 °C à 10 °C/mn, puis stationnaire pendant 5 min. L'hélium a été utilisé comme gaz vecteur au débit de 1,0 ml/min; l'injection a été faite en mode split (1 : 60) après une dilution de l'huile essentielle dans l'hexane (1/30). Les températures de l'injecteur et de détecteur étaient de 280 et 300 °C respectivement.

Les analyses par Chromatographie en Phase Gazeuse couplée à la spectrométrie de masse ont été faites à l'aide d'un chromatographe AGILENT, Modèle 7890, couplé à un spectromètre de masse de marque AGILENT modèle 5975, équipé d'une colonne DB5 MS (20 m x 0,18 mm, 0,18 µm). La température du four était programmée de la manière suivante : 50 °C (3,2 min) à 300 °C à la vitesse de 8 °C/mn, puis stationnaire pendant 5 min. l'hélium a été utilisé comme gaz vecteur à la vitesse de (1,0 ml/min) ; l'injection a été faite en mode split (1 : 150) à 300 °C. Le spectre de masse fonctionnait en mode impact d'électrons à 70 eV; la source ionique était à une température de 230 °C ; les données de masse ont été acquises en mode scan sur une échelle *m/z* comprise entre 33 et 550. Les rendements d'extraction de ces huiles sont de 1,24% en matière sèche pour *O. gratissimum* et entre 1,5 et 2,5% par rapport à la matière fraîche pour *C. nardus*.

Méthodes

Les tests de toxicité sur les adultes des insectes ont été effectués par fumigation dans des bocaux en verre de contenance un litre munis de couvercles à gaine étanches. Les expérimentations ont été conduites dans les conditions de température ambiante du laboratoire comprise entre 25 et 31 °C et une humidité relative variant entre 60 et 77%.

Dans chaque bocal, 50 adultes de *S. zeamais* ont été introduits en présence de 20 grammes de grains de maïs de la variété SR21. Les doses voulues de chaque huile essentielle utilisée ont été déposées sur du papier filtre Whatman Numero 4 préalablement collé à l'intérieur du bocal. L'ensemble contenant les insectes et l'huile essentielle est ensuite refermé hermétiquement. Les différentes doses appliquées sont exprimées en µl/l par rapport au volume d'air du bocal utilisé. Au total, 9 doses de chaque huile essentielle ont été utilisés sur les adultes de *S. zeamais* à savoir 1 µl, 3 µl, 5 µl, 10 µl, 20 µl, 25 µl, 50 µl, 75 µl et 100 µl. Chaque dose d'huile essentielle utilisée est répétée 4 fois en plus d'un témoin également qui est répété 4 fois. Sur les adultes de *R. dominica*, 8 doses des huiles essentielles ont été testées : 1 µl, 3 µl, 5 µl, 10 µl, 20 µl, 25 µl, 50 µl et 75 µl suivant le même dispositif décrit ci-dessus.

A l'issue des traitements, les insectes adultes morts et vivants de chaque espèce ont été dénombrés et le taux de mortalité a été déterminé à 24 h, 48 h et 72 h après l'application des huiles essentielles.

Analyse statistique

Le logiciel XLSTAT version 2007.7.02 a été utilisé pour les analyses de variance. Lorsque l'analyse de variance révèle des différences significatives, le test de Fisher (LSD) est appliqué pour la comparaison des moyennes au seuil de probabilité de 5%.

Les concentrations létales (CL₅₀ et CL₉₀ (µl/l) des huiles essentielles testées ont été déterminées avec le logiciel WinDL32 version 4.6 du CIRAD-CA.

RESULTATS

Identification des composants chimiques majoritaires des huiles essentielles de *Cymbopogon nardus* et de *Ocimum gratissimum*

Les constituants majoritaires de l'huile essentielle extraite de *O. gratissimum* sont le thymol (18,56%) et gamma-terpinène (20,95%) (Tableau 1). Cette huile contient également des composés non négligeables que sont : Alpha-terpinène (3,98%), Myrcène (5,47%), Alpha-thujène (7,25%) et Para-Cymène (11,73%). L'huile essentielle de *C. nardus* contient essentiellement des composés oxygénés : le citronellal (30,58%) et le géraniol (23,93%). Elle contient en outre de l'élémol (12,04%), de l'acétate de géranyl (8,68%), et de l'acétate de thymyle (3,48%) (Tableau 1)

Effet des huiles essentielles sur les adultes de *S. zeamais*

Effet de l'huile essentielle de *Cymbopogon nardus* sur *S. zeamais*

Les résultats des analyses de la variance sur l'effet insecticide de *C. nardus* sur les adultes de *Sitophilus zeamais* (Tableau 2), indiquent que les taux de mortalité varient significativement suivant les doses et la durée d'exposition des adultes (P <0,0001). L'analyse des résultats montre que 24 heures après l'introduction de *C. nardus* dans les bocaux, une mortalité importante des adultes de *S.zeamais* a été observée avec la dose maximale de 100 µl de *C. nardus*. Quant aux doses comprises entre 1 et 75 µl, elles ont induit des mortalités sur les adultes de *S. zeamais* comprises entre 2 et 14%.

Quarante-huit heures après l'application de l'huile essentielle de *C. nardus* dans les bocaux en présence des insectes, on a enregistré une mortalité comprise entre 54% et 92,5% dans les stocks de maïs qui ont été traités respectivement avec 75 et 100 µl. Après 72 h d'exposition des insectes aux effets des huiles essentielles, un taux de mortalité de 59,5% a été observé lorsqu'on applique la dose de 50 µl. Le taux

de mortalité a augmenté pour atteindre 99,5% lorsque la dose utilisée atteint 100 µl.

Effet de l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum* sur *S. zeamais*

Les résultats (Tableau 3) indiquent que 24 h heures après l'application de l'huile essentielles de *O. gratissimum*, en présence des insectes adultes, on a observé une mortalité qui croît avec la dose. Ainsi, 80,5% des adultes de *S. zeamais* meurent lorsque la dose d'huile utilisée atteint 75 µl et 100% de mortalité lorsque elle atteint 100 µl.

Quarante-huit heures après l'introduction des huiles essentielles, les taux de mortalité des adultes de *S. zeamais*, passent de 4,5 à 41% lorsque les doses utilisées sont comprises entre 1 et 50 µl. La mortalité des adultes de *S. zeamais* atteint 100% en présence de 75 µl de *O. gratissimum*. Et cette tendance se poursuit soixante-douze heures après l'application de l'huile essentielle, de *O. gratissimum*.

Détermination de la CL₅₀ et CL₉₀ des huiles essentielles de *C. nardus* et *O. gratissimum* sur les adultes de *Sitophilus zeamais*

Les CL₅₀ et CL₉₀ (Tableau 4) indiquent que l'huile essentielle extraite de *Cymbopogon nardus*, a une CL₅₀ de 57,1 µl/L et une CL₉₀ de 207,1 µl/L. Quant à l'huile essentielle d'*Ocimum gratissimum*, les CL₅₀ et CL₉₀ sont respectivement 43,18 µl/L et 78,83 µl/L.

Effet des huiles essentielles sur les adultes de *Rhyzopertha dominica*

Effet de l'huile essentielle de *Cymbopogon nardus* sur les adultes de *R. dominica*

Les résultats (Figure 1) montrent que l'huile essentielle extraite de *C. nardus* a provoqué un taux de mortalité compris entre 1% et 100% après 3 jours d'exposition indépendamment des doses. En effet, 24 heures après l'introduction des doses, les doses comprises entre 1 µl et 50 µl ont

provoqué des mortalités comprises entre 1 et 42% des adultes de *R. dominica*.

Quarante-huit heures après l'application de l'huile essentielle de *C. nardus*, on a observé 66% de mortalité des adultes de *R. dominica* avec la dose de 20 µl. Ce taux passe à 100% lorsque la dose d'huile utilisée atteint 50 µl. Trois jours, après l'introduction des huiles essentielles, on observe la même tendance que celles observée 48 h après l'application des huiles essentielles.

Effet de l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum* sur *R. dominica*

L'analyse des résultats (Figure 2), indique que les taux de mortalité des adultes de *R. dominica*, varient significativement ($P < 0,0001$) suivant les doses et la durée d'exposition des adultes de *R. dominica* à l'huile essentielle de *O. gratissimum*. L'observation des taux de mortalités de *R. dominica* permet de noter que l'impact de l'huile essentielle de *O. gratissimum* agit à la dose de 25 µl, en provoquant 50% de mortalité, 24 heures après le début des traitements. L'utilisation des doses d'huiles de *O. gratissimum* comprise entre 50 µl et 75 µl provoque un taux de mortalité comprise entre 93% et 100%. Par la suite, on observe que la mortalité des adultes de *R. dominica* croît avec la dose comme l'indique la Figure 2.

Détermination de la CL₅₀ et CL₉₀ des huiles essentielles de *C. nardus* et *O. gratissimum* sur les adultes de *Rhyzopertha dominica*

Les résultats consignés dans le Tableau 5 indiquent que pour de l'huile essentielle de *C. nardus*, la concentration capable de causer la mort de 50% (CL₅₀) des adultes de *R. dominica* dans un même lot est de 17,29 µl/l. Quant à la CL₉₀, elle est de 33,03 µl/l. Pour l'huile essentielle d'*Ocimum gratissimum*, les CL₅₀ et CL₉₀ sont respectivement de 8,03 µl/l et 28,74 µl/l.

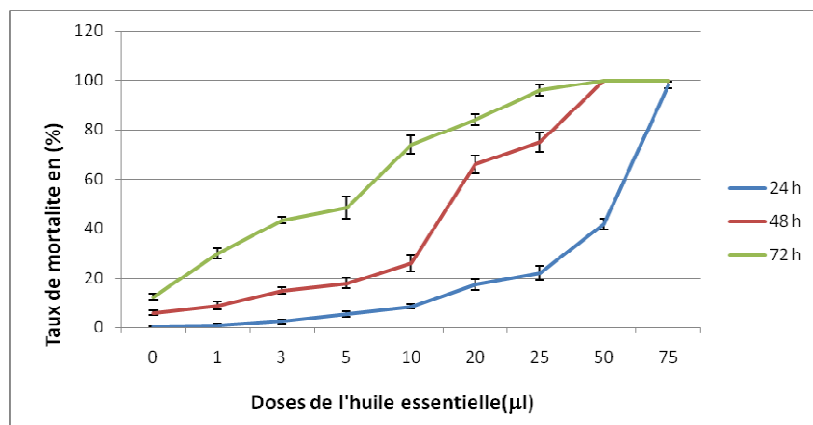


Figure 1: Evolution du taux de mortalité de *R. dominica* en présence de *C. nardus*.

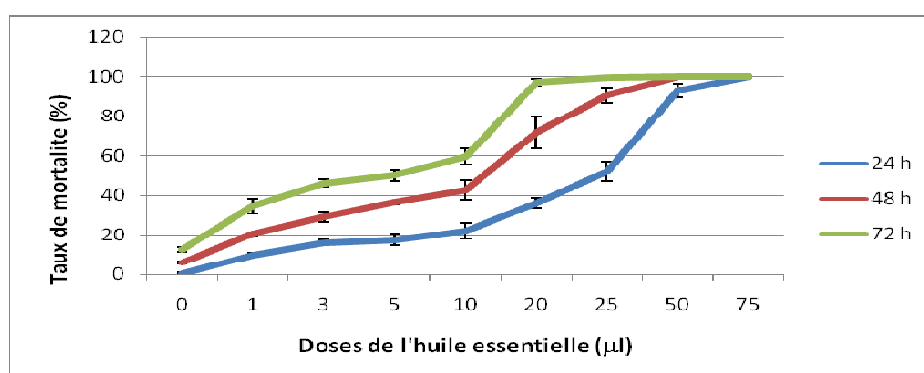


Figure 2 : Evolution du taux de mortalité de *R. dominica* en présence d'*O. gratissimum*.

Tableau 1: Principaux constituants chimiques des huiles essentielles testées.

<i>Cymbopogon nardus</i>		<i>Ocimum gratissimum</i>	
Composés	Proportions (%)	Composés	Proportions (%)
Limonène	1,39	Alpha -Thujène	7.259
Citronellal	30,58	Alpha -Pinène	2.402
Citronellol	2,65	Béta-pinène	1.024
géraniol	23,93	Myrcène	5.474
Acétate de géranyle	8,68	Alpha-terpinène	3.984
Acétate de thymyle	3,48	Para -Cymène	11.737
Beta-élémyène	2,09	Limonène	1.641
Germacrène D	1,28	Para -Cymènène	2.269
Alpha-cadinène	1,18	Terpinène -4-ol	1.367
Elémol	12,04	Thymol méthyl-éther	1.888
Tiglate de citryle	1,12	Thymol	18.564
		Béta-caryophyllène	2.333
		Béta-sélimène	2.728
		Gamma-terpinène	20.956

Tableau 2: Evolution du taux de mortalité des adultes de *S. zeamais* en présence de l'huile essentielle de *C.nardus*.

Doses	Taux de mortalité (%) (moyenne ± E S)		
	24 h	48 h	72 h
0 µl	0 ± 0,00 a	0,5 ± 0,50 a	1 ± 0,57 a
1 µl	2,5 ± 0,50 a	2,5 ± 0,50 a	3 ± 0,57 a
3 µl	3 ± 1,29 ab	3,5 ± 1,25 a	5 ± 0,57 a
5 µl	3,5 ± 1,70 ab	6 ± 2,30 ab	7,5 ± 2,06 a
10 µl	3,5 ± 0,95 ab	12 ± 1,41 b	37,5 ± 4,03 b
20 µl	6 ± 1,63 abc	13,5 ± 2,06 bc	40 ± 3,36 bc
25 µl	9,5 ± 2,62 bcd	20 ± 3,82 cd	45,5 ± 2,21 c
50 µl	11,5 ± 2,36 cd	23,5 ± 2,75 d	59,5 ± 4,11 d
75 µl	14 ± 1,41 cd	54 ± 5,35 e	84,5 ± 4,03 e
100 µl	75,5 ± 5,90 e	92,5 ± 2,98 f	99,5 ± 0,50 f
Pr > F	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

Les moyennes dans la même colonne suivies de lettres alphabétiques identiques ne diffèrent pas statistiquement de façon significative (Test PLSD de Fisher p<0.05).

Tableau 3: Evolution du taux de mortalité des adultes de *S. zeamais* en présence de l'huile essentielle d'*O. gratissimum*.

Doses	Taux de mortalité (%) (moyenne ± ES)		
	24 h	48 h	72 h
0 µl	0 ± 0,00 a	0,5 ± 0,50 a	1 ± 0,57 a
1 µl	1,5 ± 0,95 a	4,5 ± 1,70 a	5,5 ± 1,25 a
3 µl	4 ± 2,30 ab	6,5 ± 2,75 a	9,5 ± 3,86 a
5 µl	5 ± 1,29 ab	9 ± 2,38 ab	15,5 ± 2,75 a
10 µl	8,5 ± 3,50 ab	15,5 ± 1,89 b	28,5 ± 3,59 b
20 µl	12 ± 1,41 abc	17,5 ± 2,06 bcd	38 ± 2,16 bc
25 µl	13 ± 1,29 bcd	28 ± 3,91 cd	49 ± 4,65 c
50 µl	22 ± 4,32 cd	41 ± 5,44 d	73 ± 8,06 d
75 µl	80,5 ± 4,42 d	97 ± 3,00 e	100 ± 0,00 e
100 µl	100 ± 0,00 e	100 ± 0,00 f	100 ± 0,00 f
Pr > F	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

Les moyennes d'une même colonne suivies de lettres alphabétiques identiques ne diffèrent pas statistiquement (Test PLSD de Fisher p<0.05).

Tableau 4: CL₅₀ et CL₉₀ des huiles essentielles de *C. nardus* et *O. gratissimum* sur *Sitophilus zeamais* 48 h après application.

Huiles essentielles	Concentrations létales (CL)		
	χ ²	CL ₅₀	CL ₉₀
<i>Cymbopogon nardus</i>	126,13	57,1 [31,18-239,94]	207,1 [93,23-674]
<i>Ocimum gratissimum</i>	135,7	43,18 [22,89-59,29]	78,83 [57,60-191,94]

Tableau 5: CL₅₀ et CL₉₀ des huiles essentielles de *C. nardus* et *O. gratissimum* sur *Rhyzopertha dominica* 48 h après application.

Huiles essentielles	Concentrations létales (CL)		
	χ^2	CL50	CL90
<i>Cymbopogon nardus</i>	25,96	17,29 [13,33-20,52]	33,03 [27,32-46,43]
<i>Ocimum gratissimum</i>	94,8	8,03 [4,02-12,95]	28,74 [20,17-113,84]

DISCUSSION

Identification des principaux composés chimiques des huiles essentielles

L'analyse de la composition chimique des huiles essentielles extraites révèle que l'huile essentielle de *C. nardus* du Burkina Faso est composée majoritairement du citronellal (30,58%) et du géraniol (23,93%). Selon Nyamador et al. (2010), le chémotype à citronellal avec du géraniol chez *C. nardus* est couramment rencontré au Togo, au Ghana et en Côte d'Ivoire. Ces auteurs ont en effet identifiés le citronellal (30,58%) et le géraniol (23,93%) comme composés majoritaires de l'huile essentielle extraite sur l'écotype du Togo. De même, Doumbia et al. (2014) après analyse chimique de l'huile essentielle de l'écotype Ivoirien de *C. nardus* ont décelé le citronellal et le géraniol comme composés dominants respectivement dans des proportions de 29,2% et 29,3%.

L'huile essentielle de *Ocimum gratissimum* utilisée dans ces travaux est composée principalement du thymol (18,56%) et de gamma-terpinène (20,95%). Cette composition chimique diffère de la plupart des écotypes de *O. gratissimum* dont le thymol est identifié comme composé majoritaire (Gueye et al., 2011 ; Nguemtchouin, 2012). Selon Gueye et al. (2011), l'efficacité de l'huile essentielle extraite de *O. gratissimum* serait attribuable principalement au thymol qui constitue le composé terpénique majoritaire (environ 50%) de plusieurs écotypes de cette plante. En effet, l'écotype de *O. gratissimum* utilisé par Ngamo et al. (2001) avait comme composés majoritaires le thymol (47,7%)

alors que celle employée par Nguemtchouin (2012) était composée de thymol à 53,9%.

Effets insecticides des huiles essentielles de *O. gratissimum* et *C. nardus*

Les expérimentations réalisées avec les huiles essentielles extraites de *Cymbopogon nardus* et de *Ocimum gratissimum* révèlent qu'elles ont un effet insecticide sur les adultes de *Sitophilus zeamais* et de *Rhyzopertha dominica*. Pour chaque huile testée, les analyses statistiques indiquent qu'il existe une variation significative des taux de mortalité des insectes utilisés qui dépendent des doses utilisées et de la durée d'exposition. Les résultats obtenus sont en accord avec ceux de Camara (2009) qui a montré que l'huile essentielle de *O. gratissimum* présente une forte toxicité par fumigation vis-à-vis de adultes *Sitophilus Oryzae* avec un CL₉₀ de 76 µl après 96 h d'exposition. La mortalité provoquée par cette huile a également été mise en évidence par Nguemtchouin (2012) qui a observé des taux de mortalité de 100% sur les adultes de *S. zeamais* avec une formulation en poudre par adsorption des huiles essentielles de *O. gratissimum* sur des argiles camerounaises.

L'effet insecticide de l'huile essentielle extraite de *O. gratissimum* serait attribuable principalement au thymol qui constitue le composé oxygéné terpénique majoritaire de plusieurs écotypes de cette plante (Gueye et al., 2011). A l'instar des résultats obtenus par fumigation, des auteurs ont également observé la toxicité de cette huile par contact ; c'est le cas de Ngamo et al. (2001) puis

Kouninki et al. (2005) qui ont montré que cette huile en contact sur les adultes de *S. zeamais*, provoquait des taux de mortalité atteignant 100% en fonction des doses et de la durée d'exposition. Selon Gueye et al. (2011), l'efficacité de l'huile essentielle extraite de *O. gratissimum* serait attribuable principalement au thymol ; en effet, l'écotype de *O. gratissimum* utilisé par Ngamo et al. (2001) ; Nguemtchouin (2012) avait comme composés majoritaires le thymol respectivement à 47,7% et 53,9%. Cependant, l'huile essentielle extraite de *O. gratissimum* testé dans ces travaux est composée majoritairement de gamma-terpinène (20,95%), thymol (18%), para-Cymène (11,73%), alpha-thujène (7,25%) et alpha - terpinène (3,98%). Son activité insecticide observée semble plutôt être un effet combiné de plusieurs constituants au regard de sa composition chimique. La différence de mortalité observée entre les adultes de *S. zeamais* et ceux de *R. dominica* pourrait s'expliquer par la sensibilité propre à chaque espèce d'insectes.

Quant à l'huile essentielle extraite de *Cymbopogon nardus*, les résultats indiquent qu'elle a un effet insecticide sur les adultes des insectes nuisibles testés avec une toxicité plus marquée sur les adultes de l'espèce *R. dominica*. Doumbia et al. (2014), ont rapporté que l'huile essentielle extraite de *C. nardus* possède une activité insecticide sur les adultes de *Sitophilus zeamais* et de *Rhyzopertha dominica* avec une toxicité comparable à celle de la K-Othrine. Pour ces auteurs, le taux de mortalité provoquée par l'huile essentielle extraite de *C. nardus* peut atteindre 100% en 24 h. L'analyse chimique faite par ces auteurs a montré que l'huile essentielle de cet écotype (Ivoirien) avait une composition chimique proche de celle utilisée dans ces travaux; cette situation pourrait expliquer les fortes mortalités observées sur les adultes de *R. dominica*. Les résultats obtenus corroborent également ceux de Pinto Junior et al. (2006) qui ont montré que l'huile essentielle extraite de *C. nardus* est efficace pour le contrôle des adultes de *Sitophilus zeamais* avec un taux de mortalité de 96,25%. De nombreux autres

travaux ont mis en évidence les propriétés insecticides de l'huile essentielle de *C. nardus* sur d'autres ravageurs de stocks. En effet, Ketoh et al. (2004), après avoir comparé l'activité insecticide de trois espèces végétales du genre *Cymbopogon*, ont montré qu'une concentration de 33,3 µl/l de l'huile essentielle de *C. nardus* élimine 90% des adultes de *Callosobruchus maculatus* après 24 h d'exposition. Cependant, des tests de fumigation réalisés sur le charançon de maïs par Issa et al. (2010) puis Pumnuan et al. (2012) ont mis en évidence plutôt l'effet répulsif de cette l'huile. Cette différence d'action serait liée à la variabilité des constituants chimiques des huiles essentielles. En effet, les molécules actives des plantes insecticides peuvent varier d'une famille à une autre, à l'intérieur d'une famille et la sensibilité peut différer d'une espèce à une autre et à l'intérieur d'une espèce (Gueye et al., 2011).

Conclusion

Cette étude avait pour objectif d'évaluer au laboratoire l'effet insecticide des huiles essentielles extraites de *Cymbopogon nardus* et de *Ocimum gratissimum* sur les adultes de *Sitophilus zeamais* et *Rhyzopertha dominica*. Il ressort des résultats que les deux huiles essentielles testées ont des effets insecticides induisant des mortalités significatives sur les adultes de *S. zeamais* et *R. dominica*. Les taux de mortalité des insectes adultes varient significativement en fonction des doses des huiles essentielles utilisées et du temps d'exposition. Les résultats obtenus indiquent la possibilité d'utilisation de ces deux huiles essentielles comme biopesticides dans la protection des stocks de maïs. Cependant, les travaux réalisés en conditions contrôlées devront être suivie de tests en milieu réel, dans les conditions de stockage et de conservation au niveau des producteurs. La maîtrise des paramètres de stockage chez les producteurs permettra d'optimiser l'efficacité de ces huiles essentielles dans la protection des stocks des

céréales en général et du maïs en particulier contre ces deux principaux insectes nuisibles.

CONFLIT D'INTERET

Les auteurs déclarent qu'il n'existe aucun conflit d'intérêt pour cet article.

CONTRIBUTION DES AUTEURS

IO est l'investigateur principal a conçu le projet et supervisé le travail. AS a effectué les travaux de terrain et les tests de laboratoire. RCHN a synthétisé les huiles essentielles utilisées et établi les constituants chimiques de ces huiles. DD a supervisé l'ensemble des travaux et comme tous les autres auteurs, il a participé à la rédaction et à la correction du manuscrit.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les techniciens Soulama Adama , Ky Hyacinthe et Bama B Hervé qui ont facilité la mise en place et le déroulement des expérimentations.

REFERENCES

- Benayad N. 2008. Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Rapport d'étude. Faculté des sciences de Rabat, Maroc, 63p.
- Camara A. 2009. Lutte contre *Sitophilus oryzae*. (Coleoptera: Curculionidae) et *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en Basse-guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales. Thèse de doctorat. Université du Québec, Montréal, Canada, 174p.
- CILSS (Comité Permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel). 2014. Etude prospective sur les pertes post récoltes en Afrique de l'ouest : cas de quelques pays côtiers et du sahel. Rapport définitif, 44p.
- Danho M, Haubruge E. 2003. Comportement de ponte et stratégie reproductive de *Sitophilus zeamais* (Coléoptera : Curculionidae). *Phytoprotection*, **84**(2): 59-67.
- Doumbia M, Yoboue K, Kouamé KL, Coffi K, Kra KD, Kwadjo KE, Douan BG, Dagnogo M. 2014. Toxicity of *Cymbopogon nardus* (Glumales: Poacea) against four stored food products insect Pests. *Int. J. Farm. Allied Sci.*, **3**(8): 903-909.
- Guèye MT, Seck D, Wathelet JP, Lognay G. 2011. Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale : synthèse bibliographique. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **15**(1) : 183-194.
- Issa US, Afun JVK, Mochiah MB, Owusu-Akyaw M, Haruna B. 2011. Effect of some local botanical materials for the suppression of weevil populations. *Int. J. Plant, An. Env. Sci.*, **1**: 270-275.
- Keita SM, Vincent C, Schmit JP, Arnason JT, Belanger A. 2001. Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, **37**: 339-349.
- Ketoh KG, Glitho IA, Koumaglo HK. 2004. Activité insecticide comparée des huiles essentielles de trois espèces du genre *Cymbopogon* (poaceae). *J. Soc. Ouest Afr. Chim.*, **018**: 21-34.
- Kouninki H, Haubruge E, Noudjou FE, Lognay G, Malaisse F, Ngassoum MB, Goudoum A, Mapongmetsem PM, Ngamo LS, Hance T. 2005. Potential use of essential oils from Cameroon applied as fumigant or contact insecticides against *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). *Commun Agric Appl Biol Sci.*, **70**(4): 787-92.
- MARHASA (Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques, de l'Assainissement et de la Sécurité

- Alimentaire), 2015. Résultats définitifs de la campagne agricole 2014 /2015 et perspectives de la situation alimentaire et nutritionnelle. 73p. www.cns.bf/IMG/pdf/rapport
- Ngamo LS, Ngassoum MB, Jirovetz L, Ousman A, Nukenine CE, Mukala OE. 2001. Protection du maïs stocké contre *Sitophilus zeamais* Motsch. par l'utilisation d'huiles essentielles d'épices en provenance du Cameroun. *Meded Rijks univ Gent Fak Landbouwk Toegep Biol Wetensch.*, **66**(2): 473-478.
- Ngamo LST, Hance T. 2007. Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical. *Tropicicultura.*, **25**(4): 215-220.
- Nguemtchouin MG. 2012. Formulation d'insecticides en poudre par adsorption des huiles essentielles de *Xylopi aethiopica* et de *Ocimum gratissimum* sur des argiles camerounaises modifiées. Thèse de doctorat. ENSC de Montpellier, France, 293p.
- Nyamador WS, Ketoh GH, Koumaglo HK, Glitho IA. 2010. Activités Ovicide et Larvicide des Huiles Essentielles de *Cymbopogon giganteus* Chiov. et de *Cymbopogon nardus* L. sur les stades immatures de *Callosobruchus maculatus* F. et de *Callosobruchus subinnotatus* Pic. (Coleoptera : Bruchidae). *J. Soc. Ouest-Afr. Chim.*, **029**: 67 -79.
- Pinto Junior AR, De Carvalho RIN, Netto SP, Ceruti FC, Tavares AP, Guerreiro L, Santos AKN, 2006. The study of behavioral response and control effectiveness of the *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) and different concentrations of essential oils. 9th International Working Conference on Stored Product Protection. In *Alternative Methods to Chemical Control* PS7-22 – 6217 : 829-834
- Pumnuan J, Teerarak M, Insung A. 2012. Fumigation toxicity of essential oils of medical plants against maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). In isbiopen, p 177-183.
- Salim MM. 2011. Evaluation de l'effet insecticide et de la persistance des huiles essentielles de *Callistemon viminalis* G Don, de *Xylopi aethiopica* Dunal et de *Lippia chevalieri* Moldenke sur *Callosobruchus maculatus* Fabricius et *Sitophilus zeamais* Motchulsky, principaux ravageurs des Stocks du niébé et du maïs. Mémoire de Master II, Biologie Animale/Entomologie. Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 35p.
- Waongo A, Yamkoulga M, Dabire CL, Ba MN, Sanon A. 2013. Conservation post-récolte des céréales en zone sud-soudanienne du Burkina Faso : Perception paysanne et évaluation des stocks ; *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **7**(3): 1157-1167. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i3.22>