

Bioefficacite des Huiles Essentielles de Trois Especies Vegetales (*Ocimum Gratissimum*, *Ocimum Canum* et *Hyptis Suaveolens*), de la Famille des Labiees dans la Lutte Contre *Sitophilus Zeamais*

Felicia Johnson

*Université Félix Houphouët-Boigny, UFR Biosciences
Laboratoire de Zoologie et Biologie Animale 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire
E-mail: felijohnson@yahoo.fr
Tél: +225 05645690 / +225 40 21 24 73*

Kouamé Raphaël Oussou

*Université Jean Lorougnon Guédé, Département de Mathématiques
Physiques et Chimie, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire*

Coffi Kanko

*Université Félix Houphouët-Boigny, UFR SSMT
Laboratoire de chimie organique Biologique
22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire*

Zanahi Félix Tonzibo

*Université Félix Houphouët-Boigny, UFR SSMT
Laboratoire de chimie organique Biologique
22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire*

Kouahou Foua-Bi

*Université Félix Houphouët-Boigny, UFR Biosciences Animale
Laboratoire de Zoologie et Biologie, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire*

Yao Tano

*Université Félix Houphouët-Boigny, UFR Biosciences Animale
Laboratoire de Zoologie et Biologie, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire*

Abstract

In order to develop alternatives for pest control to save food stock products, the essential oils of three plants (*Ocimum gratissimum*, *Ocimum canum* and *Hyptis suaveolens*) were tested with a focus on their effect on some biological parameters of *Sitophilus zeamais*, the main pest of cereals stores in Côte d'Ivoire. The essential oil of *O. gratissimum* is mainly composed of p-Cymene (33.5%) and Thymol (19.3%). For the essential oil of *O. canum* the major compounds are Terpineol-4 (24.6%) and 1,8-Cineol (10.8%), while for the essential oil of *H. suaveolens*, the predominant compounds are β -Caryophyllene (33.9%) and Germacrene D (25.4%). These essential oils reduced the life time of *S. zeamais* by 98.33%. The emergence rate of the insect is reduced by 98.81%. The

results also showed an inhibition of the development of *Sitophilus zeamais* at the end of the treatment with essential oils.

Keywords: Food stocks products / Cereals, Insect pests / *Sitophilus zeamais* / Essentials oils / Chemical composition

Resume

Dans le but de développer des alternatives pour la sécurisation des denrées stockées, les huiles essentielles (HE) de trois plantes (*Ocimum gratissimum*, *Ocimum canum* et *Hyptis suaveolens*) ont été utilisées en vue de tester leur effet sur quelques paramètres biologiques de *Sitophilus zeamais*, principal déprédateur des stocks de céréales. Les HE de *O. gratissimum* composée majoritairement de p-Cymène (33,5 %) et de thymol (19,3 %). Quant à l'huile essentielle de *O. canum*, riche en Terpinéol-4 (24,6%) et 1,8-Cinéol (10,8 %).), tandis que l'huile essentielle de *H. suaveolens*, les composés qui prédominent sont le β -Caryophyllène (33,9 %) et le Germacrène D (25,4 %). Ces huiles essentielles ont permis de réduire la durée de vie de l'insecte de 98,33 %. Le taux d'émergence de l'insecte est réduit de 98,81%. Les résultats ont également montré une inhibition du développement de *Sitophilus zeamais* à l'issue du traitement par les huiles essentielles.

Motsclés: Denrées stockées / Insectes déprédateurs / *Sitophilus zeamais* / Huiles essentielle / composition chimique

1. Introduction

En Côte d'Ivoire, le riz et le maïs représentent des enjeux économiques et sociaux importants. Ils constituent les aliments de base d'une bonne partie des populations ivoiriennes [1,2]. Cependant, l'insuffisance des surfaces emblavées et les techniques culturales jusque-là, encore rudimentaires chez la plupart des paysans constituent des facteurs limitants dans l'accroissement de la production de ces deux céréales au niveau national. Aussi, le manque de structures adéquates de conservation demeure-t-il un problème majeur susceptible d'entraver les objectifs de sécurité alimentaire et d'amélioration des revenus. Or, les structures fiables de stockage sont rares au niveau des paysans et la conservation des productions se fait la plupart du temps dans des conditions précaires. En effet, les conditions de stockage favorisent l'invasion des stocks des denrées par les Rongeurs, les Champignons et les Arthropodes (Acariens et Insectes) qui causent respectivement 30 %, 26 %, et 44 % de pertes [3-5] Ainsi, la Côte d'Ivoire, jusqu'à ce jour, continue d'importer d'énormes quantités de riz à partir d'autres pays producteurs [6-9]. Cette forte dépendance vis-à-vis de l'extérieur met le pays dans une situation d'insécurité alimentaire. Pour résoudre le problème de pertes des produits de récolte dues aux insectes, principaux déprédateurs des denrées stockées, les moyens de lutte sont essentiellement basés sur l'utilisation incontrôlée de pesticides de synthèse notamment, des produits organiques persistants (POPs). Ces produits entraînent plusieurs conséquences dont la contamination des denrées alimentaires par la présence de résidus toxiques, causant de graves préjudices aux consommateurs et aux utilisateurs [10]. En plus des effets affectant les consommateurs, l'environnement est aussi pollué par l'accumulation de composés toxiques dans les écosystèmes. A la lumière des conséquences potentielles liées à l'utilisation des pesticides de synthèse, il s'avère aujourd'hui indispensable de rechercher des alternatives qui sont respectueuses de l'environnement. Parmi ces méthodes, les plantes à effets insecticides et/ou insectifuges contre les ravageurs constituent une alternative de choix, susceptibles

d'offrir des avantages considérables. Des études rapportées par certains auteurs sur les propriétés biopesticides de certaines espèces végétales ont montré qu'elles pourraient suppléer valablement les insecticides de synthèse [11-19]. Au cours de ces études, Les composés terpéniques tels que le limonène, le myrcène, le phéllandrène, le sabinène et le terpinolène ont été testés avec succès sur les adultes de *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera :Bruchidae), *Sitophilus oryzae* (Coleoptera : Curculionidae). De même, l'activité biologique du limonène, du menthone et du pulégone ont également fait l'objet d'essais en présence de larves de *Lycoriella ingenua* (Diptera : Sciaridae) [20, 21]. L'utilisation des huiles essentielles, des composés terpéniques et des extraites des plantes médicinales se révèlent de ce fait, comme une alternative aux pesticides chimiques de synthèse. Dans le contexte du stockage et de la conservation du riz et du maïs au niveau du paysan, en Côte d'Ivoire, très peu d'études ont été consacrées à l'utilisation des plantes locales comme biopesticides.

Ainsi, l'objectif de cette étude est de contribuer à la lutte contre les populations d'insectes déprédateurs des stocks de céréales, en occurrence *Sitophilus zeamais* par les huiles essentielles. A cet effet, trois espèces végétales de la famille de Labiacées ont été choisies pour leur disponibilité, notamment, *Ocimum gratissimum*, *Ocimum canum* et *Hyptis suaveolens*.

2. Materiel et Methodes

Matériel Biologique

Le matériel biologique animal est représenté par *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) l'un des principaux déprédateurs des stocks de céréales en Côte d'Ivoire et principalement dans la région de Bouaflé.

Matériel Végétal

Le matériel végétal est composé de grains de riz et des plantes à tester. La variété de riz utilisée (NERICA 1) est certifiée par Africarice et le Centre National de Recherche Agronomique (CNRA). Les plantes utilisées pour les essais de lutte sont toutes de la famille des Labiées. Ce sont: *Ocimum gratissimum*, *Ocimum canum*, récoltées en milieu paysan dans la région de Dimbokro et *Hyptis suaveolens* dans la région de Bouaflé.

3. Methodes

Extraction des Huiles Essentielles

Les feuilles des plantes récoltées sont séchées au laboratoire à une température moyenne de $20 \pm 2^\circ\text{C}$ et à une humidité relative de $75 \pm 5 \%$. Les huiles essentielles des 3 plantes (*Ocimum gratissimum*, *Ocimum canum* et *Hyptis suaveolens*) ont été obtenues grâce à un hydrodistillateur de type Clevenger. Après les avoir recueillies, elles ont été déshydratées sur du sulfate de magnésium et conservées au congélateur à la température de -8°C .

Détermination de la Composition Chimique des Huiles Essentielles

L'analyse chimique des échantillons a été réalisée à l'aide d'un chromatographe de type Delsi 121C équipé d'une colonne CPWAX 52 Cd de 25m de longueur et de 0.25mm de diamètre. La température du four a été programmée à 50°C pendant 5mm, puis augmentée de 2°C par minute jusqu'à 220°C . Les températures de l'injecteur et du détecteur sont maintenues respectivement à 240°C et 225°C . Le gaz vecteur est l'azote. Le spectromètre de masse est un appareil de type HP5970300. L'identification des composés à l'aide de la banque des données disponible au laboratoire et en comparaison direct avec leur temps de rétention.

Test de Toxicité

Le test consiste à étudier l'effet des huiles essentielles sur les paramètres biologiques de l'insecte (taux de mortalité, durée de vie, durée de développement et taux d'émergence).

- **Traitements des adultes de *S. zeamais* par les huiles essentielles**

Pour favoriser leur diffusion dans le milieu, des volumes d'huile essentielle sont déposés sur des rondelles de papier Whatman N°2 de 5 cm de diamètre. Les tests sont effectués dans des bocaux de 1 litre, hermétiquement fermés, pour éviter que les essences s'échappent. Les concentrations de produits utilisés sont : 5 µL/L ; 10 µL/L ; 15 µL/L et 20 µL/L.

- **Détermination du taux de mortalité de *S. zeamais***

Vingt et un (21) bocaux contenant 100 g de grains chacun, reçoivent une rondelle de papier Whatman avec la charge d'huile essentielle à tester. L'un des bocaux servant de témoin ne reçoit pas de traitement.

Toutes les préparations reçoivent chacune 10 couples d'insectes nouvellement émergés. Les bocaux sont suivis pendant 24 heures. L'opération est répétée trois fois pour chaque traitement. Les taux moyens de mortalité sont calculés après dénombrement des insectes morts et le taux de réduction est également calculé.

- **Détermination de la fécondité de *S. zeamais***

Après la mort des insectes ayant subi le traitement, des grains sont séparés en deux lots A et B. Les grains du lot A sont colorés à la fuchsine, les œufs sont comptés et la fécondité est déterminée. Le taux de réduction de la fécondité est calculé en comparant le nombre d'œufs pondus après traitement à celui pondus dans le témoin.

- **Détermination de la durée de développement et du taux d'émergence de *S. zeamais***

Les grains portant des œufs sont conservés dans des boîtes d'élevage et suivis jusqu'à l'émergence des imagos. Chaque jour, les insectes nouvellement émergés sont retirés des boîtes et dénombrés jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de sortie d'imagos. La durée de développement de l'insecte est déterminée. Les insectes issus de la descendance sont dénombrés et le taux d'émergence est calculé. La comparaison du nombre d'individus émergés dans les essais et dans le témoin est faite en calculant le taux de réduction de la descendance.

- **Détermination des doses létales (DL₅₀) et du temps léthal (TL₅₀) des huiles essentielles**

La DL₅₀ (dose de produit capable de causer 50 % de mortalité au bout de 24 heures) et le TL₅₀ (le temps au bout duquel 50% des insectes meurent à la suite de l'application des différents produits) sont déterminés en vue d'évaluer l'efficacité des traitements appliqués. La détermination des doses létales a nécessité dix doses d'huiles essentielles (2,5; 5; 10; 15; 20; 25; 30; 35 et 40 µL/L) et un traitement témoins sans produits, pour chacune des 3 huiles essentielles, avec trois répétitions pour chaque opération, soit une moyenne de 1800 insectes. La détermination de la DL₅₀ consiste donc à traiter 10 couples de *S. zeamais* dans des bocaux de 1 litre. Après 24 h, les insectes morts sont retirés, comptés et les pourcentages moyens de mortalité sont calculés. La DL₅₀ est déterminée selon la méthode de Finney (1971). Le tracé de la courbe de mortalité, en unité probit, en fonction de la dose de produit appliquée, permet de déterminer graphiquement la DL₅₀ pour chacun des traitements. La détermination graphique du TL₅₀ se fait à partir du tracé des courbes de mortalité en fonction du temps d'exposition des insectes aux denrées traitées.

- **Traitements des formes immatures de *S. zeamais* par les huiles essentielles**

Le test a pour but de vérifier si les différents produits sont ovicides ou larvicides. Pour rechercher l'effet ovicide des huiles essentielles sur les formes cachées de l'insecte, le traitement est appliqué aux grains portant des œufs. Quant à l'effet larvicide, il est testé en appliquant le traitement aux grains portant des larves à différents stades de développement.

Il consiste à infester un nombre important de grains et à les traiter graduellement. Le traitement est appliqué aux grains contenant des œufs pondus avant 48 h et aux grains hébergeant des larves à tous les stades de développement. Les différents âges étant déterminés à partir du moment de la ponte des œufs par les femelles : L1 (œufs âgés de 3 à 7 jours), L2 (œufs de 8 à 14 jours), L3 (15 à 20 jours après ponte), L4 (20 à 23 jours après ponte), nymphes (plus de 23 jours après ponte) (Stéphane, 1993). Les périodes de traitement correspondant aux différents stades de développement de l'insecte sont notées P. Ainsi, P0 correspond au stade embryonnaire (œufs), les périodes allant de P1, P2 et P3 correspondent aux stades post-embryonnaires ou stades larvaires et P4 le stade nymphal.

Les traitements avec les différentes huiles essentielles sont appliqués aux grains à raison de 100 g de grains infestés par boîte d'élevage. Cent (100) grammes de grains sont placés dans des boîtes d'élevage. Chacune des boîtes reçoit 10 couples de *S. zeamais* nouvellement émergés. Périodiquement, en fonction des stades de développement, chacune des boîtes reçoit une quantité de 20 µl d'huiles essentielles en fonction des traitements. Les œufs pondus sont mis à incubation jusqu'à émergence des descendants. Toutes ces opérations sont répétées trois fois.

Analyses Statistiques

L'analyse de variances (ANOVA) a été utilisée pour tester le degré de signification (significatif ou pas) d'éventuelles différences existant entre les différents paramètres. Le test de Student-Newman et Keuls au seuil de 5 % (test d'homogénéité) a permis de comparer les résultats obtenus après traitement et de classer les effets des plantes, en fonction des doses de produits appliquées. Ces tests ont été effectués avec le logiciel STATISTICA version 7.1.

4. Resultats

Composition Chimique des Huiles Essentielles

Les huiles essentielles ont été obtenues par entraînement à la vapeur d'eau. La composition chimique de ces huiles diffère d'une plante à l'autre (Tableaux 1). Cependant, il faut noter la richesse des huiles essentielles de *O. canum* et *O. gratissimum* en monoterpènes hydrogénés et oxygénés tandis qu'une proportion importante de sesquiterpènes hydrogénés est observée dans l'échantillon de *H. suaveolens* (Tableau 1)

Ocimum Canum

Le rendement de l'huile essentielle de *O. canum* est de 0,4 %. Les composés dominants représentés dans l'huile de cette espèce végétale sont le Terpinène 4-ol (24,6 %), le 1,8-Cinéol (10,8 %), le Linolol (7,8 %) et le Camphre (7,6 %)

Ocimum Gratissimum

L'huile essentielle de *O. gratissimum* à un rendement de 1,1%. Les constituants majoritaires sont le p-Cymène (33,5%), le Thymol (19,3%), le α -Thujène (7%), le Myrcène (5%), le β -Sélinène (4,4%) et le β -Caryophyllène (4,3%).

Hyptis Suaveolens

Le rendement après extraction des feuilles de *H. suaveolens* est de 0,1%. Les composés majoritaires sont le β -Caryophyllène (33,8 %) et le Germacrène-D (25,4 %). A ces composés sont associés l' α -Humulène (8,3 %) et le Germacrène-B (8,2 %).

Tableau 1: Composition chimique des huiles essentielles extraites des espèces végétales utilisées

Composés identifiés	<i>Ocimum canum</i>	<i>Ocimum gratissimum</i>	<i>Hyptis suaveolens</i>
α -Thujène	1,6	7,0	-
α -Pinène	4,1	2,0	-
Camphène	1,2	0,2	-
Sabinène	0,4	1,2	-
β -Pinène	1,2	0,7	0,5
Myrcène	2,6	5,0	-
α -Phellandrène	0,3	-	-
α -Terpinène	0,9	1,7	-
<i>p</i> -Cymène	0,8	33,5	-
Limonène	3,5	1,1	0,2
1,8-Cinéol	10,8	0,4	-
γ -Terpinène	5,3	3,7	-
Trans Hydrate de Sabinène	5,2	1,6	-
Terpinolène	1,0	-	-
<i>p</i> -Cymémène	-	1,6	-
<i>cis</i> Hydrate de Sabinène	4,5	0,6	-
Linalol	7,8	-	-
Camphre	7,6	-	-
Bornéol	-	0,5	-
Terpinène-4-ol	24,6	0,8	-
α -Terpinéol	1,0	-	-
Oxyde du thymyl méthyl	-	0,8	-
Acétate de bornyl	1,1	-	-
Acétate de myrtényl	0,6	-	-
Thymol	-	19,3	0,6
Carvacrol	-	0,6	-
delta élémène	-	-	0,2
<i>trans</i> Méthyl de cinnamate	1,0	-	-
β -bourbonène	-	-	0,7
α -Copaène	-	1,3	2,9
β -Elémène	-	0,6	2,8
β -Caryophyllène	2,8	4,3	33,9
α - <i>trans</i> -bergamotène	3,3	-	1,0
6-demethoxy-agératochromène	-	-	2,9
Germacrène D	-	-	25,4
α -Humulène	-	0,5	8,3
<i>trans</i> β -Farnésène	-	-	0,3
β -Sélinène	2,3	4,4	-
Lédène	-	1,3	-
Bicyclogermacrène	-	-	0,7
α - <i>trans</i> -Bergamotène	3,3	-	1,0
β -Copaène	-	-	0,2
Germacrène- A	-	-	1,8
δ -Cadinène	-	0,7	1,6
β -sesquiphellandrène	-	-	0,2
Germacrène- B	-	-	8,2
Oxyde de Caryophyllène	-	0,7	1,3
Spathuléol	-	-	0,2
1,2-époxyde humulène	-	-	0,3
Phytol	-	-	4,3
TOTAL	98,8	96,1	96,6
Monoterpènes hydrogénés	22,9	57,7	0,7
Monoterpènes oxygénés	64,2	24,6	0,6
Sesquiterpènes hydrogénés	11,7	13,1	89,2
Sesquiterpènes oxygénés	0	0,7	1,8
Diterpènes	0	0	4,3
TOTAL	98,8	96,1	96,6

Efficacité des huiles essentielles utilisées sur quelques caractéristiques biologiques de l'adulte de *Sitophilus zeamais*

- **Action des essentielles sur la durée de vie des imagos**

La durée moyenne de vie des insectes élevés sur des grains non traités est très grande. Elle est de $90 \pm 18,32$ jours. Sur les grains traités avec les différentes huiles essentielles, la mort des insectes est observée à partir du 1^{er} jour de traitement et les insectes morts sont dénombrés. Les durées de vie enregistrées sont comprises entre $1,50 \pm 0,28$ jours ($20\mu\text{L/L}$ de *O. canum*) et $12,15 \pm 1,74$ jours ($5 \mu\text{L/L}$ de *H. suaveolens*), soit des réductions respectives de 98,33 et % 86,50 % par rapport au témoin (Tableaux 2). L'huile essentielle de *O. canum* est la plus efficace sur la durée de vie de l'insecte.

Tableau 2: Action des huiles essentielles sur la durée de vie (jours) de *S. zeamais*

Espèces végétales				
Dose d'huile essentielle ($\mu\text{L/l}$)	<i>O. canum</i>	<i>O. gratissimum</i>	<i>H. suaveolens</i>	Témoin
5	$4,95 \pm 0,88$ (-94,50 %)	$5,95 \pm 0,31$ (-93,39%)	$12,15 \pm 1,74$ (-86,50%)	
10	$4,45 \pm 0,76$ (-95,06%)	$5,00 \pm 0,75$ (-94,44%)	$8,85 \pm 1,28$ (-90,17%)	$90 \pm 18,32$
15	$1,60 \pm 0,29$ (-98,22%)	$4,60 \pm 0,68$ (-94,89%)	$7,90 \pm 1,13$ (-91,22%)	
20	$1,50 \pm 0,28$ (-98,33%)	$3,90 \pm 0,59$ (-95,67%)	$4,70 \pm 0,70$ (-94,78%)	

() : Taux de réduction (%) ; Moyenne de trois répétitions \pm écart-type (n=60)

Comparaison des moyennes entre lignes et colonnes par le test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5 %

(F = 24,49641 ; ddl = 7 ; p = 0,000000)

- **Action des traitements aux huiles essentielles sur la durée de développement**

Dans les conditions de laboratoire, la durée moyenne de développement de *S. zeamais* enregistrée est de $32,5 \pm 5,18$ jours. Les traitements par les huiles essentielles retardent le développement de l'insecte par rapport au témoin (absence de traitement), quelle que soit la dose de produit appliquée (Tableau 3). Le retard accusé s'accroît avec l'augmentation de la dose d'huile essentielle. Les valeurs se situent entre $41 \pm 8,51$ jours pour les plus faibles doses (*O. canum*) et $46,5 \pm 5,91$ jours pour les doses les plus fortes (*O. gratissimum*) (Tableau 3). L'huile essentielle de *O. gratissimum* s'est avérée plus efficace que celle de *Ocimum canum* et *H. suaveolens* en retardant le développement de *S. zeamais*.

Tableau 3: Action des traitements aux huiles essentielles sur la durée moyenne de développement (jours) de *S. zeamais*

Espèces végétales				
Dose d'huile essentielle ($\mu\text{L/l}$)	<i>O. canum</i>	<i>O. gratissimum</i>	<i>H. suaveolens</i>	Témoin
5	$41 \pm 8,51$	$45 \pm 6,78$	$43,5 \pm 5,92$	
10	$41 \pm 8,51$	$45 \pm 6,78$	$43,5 \pm 5,34$	$32,5 \pm 5,18$
15	$42,5 \pm 3,61$	$45 \pm 6,78$	$44 \pm 5,63$	
20	$43,5 \pm 4,18$	$46,5 \pm 5,91$	$44,5 \pm 4,61$	

Moyenne de trois répétitions \pm écart-type (n=60)

Comparaison des moyennes entre lignes et colonnes par le test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5 %

(F = 17,90203 ; ddl = 19 ; p = 0,000)

- **Action des huiles essentielles sur l'émergence des imagos**

Un effectif moyen de 168 ± 7 insectes émergent des grains infestés en absence de traitement, au bout d'une durée moyenne de développement de $32,5 \pm 5,18$ jours. Le nombre d'individus

émergés varie dans les essais, en fonction du type de traitement (Tableau 4). Les traitements par les huiles essentielles permettent d'obtenir des effectifs très faibles d'insectes émergés avec des réductions allant de 72, 2 % (*H. Suaveolens*) à 93,45 % (*O.canum*). Pour les doses de 5 et 10 µL/L de *H. suaveolens*, les taux de réduction sont plus faibles. Ces valeurs sont respectivement 48,21 % et 50 %. Cependant ils sont plus élevés avec *Ocimum canum* (92,86 à 98,81 %) (Tableau 4).

Tableau 4: Action des traitements aux huiles essentielles sur le nombre d'imagos de *S. zeamais* émergés

Doses d'huiles essentielles (µL/L)	Espèces végétales			Témoin
	<i>O. canum</i>	<i>O. gratissimum</i>	<i>H. suaveolens</i>	
5	12±1 (92,86)	59 ± 3 (64,88)	87 ± 6 (48,21)	168 ± 7
10	11±1 (93,45)	50 ± 4 (70,24)	84 ± 7 (50,00)	
15	6 ± 1 (96,43)	37 ± 3 (77,98)	47 ± 5 (72,02)	
20	2 ± 0 (98,81)	32 ± 2 (80,95)	20 ± 1 (88,10)	

() Taux de réduction(%); Moyenne de trois répétitions ± écart-type (n=60)

Comparaison des moyennes entre lignes et colonnes par le test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5 %

(F = 17,90203; ddl = 19 ; p = 0,000000)

Doses létales et Temps Létaux des Huiles Essentielles

Afin de comparer l'effet de chaque traitement, les doses létales (DL₁₀, DL₅₀ et DL₉₀) de chaque huile essentielle ont été déterminées. Elles sont comprises entre 3,40 ± 0,02 µl/l (*O. canum*) et 67,66 ± 0,88 µl/l (*H. suaveolens*) (Tableau VI). La DL₅₀ de ces huiles essentielles sont très faibles pour *O. canum* (4,88 ± 0,02 µl/l). Pour l'huile essentielle de *H. suaveolens*, la DL₅₀ est très élevée (42,39 ± 0,39 µl/l) (Tableau 5).

Par ailleurs, les TL₅₀ enregistrés sont très faibles à toutes les doses appliquées. L'huile essentielle de *H. suaveolens* enregistre la valeur la plus élevée avec 11,3 jours à la dose de 5 µl/l (Tableau 6).

Tableau 5: Doses létales des huiles essentielles des différentes espèces végétales sur *S. zeamais*

Espèce végétale	Dose létale d'huile essentielle (µl/l)		
	DL ₁₀	DL ₅₀	DL ₉₀
<i>O. canum</i>	3,40 ± 0,02	4,88 ± 0,02	7,01 ± 0,05
<i>O. gratissimum</i>	5,23 ± 0,05	9,38 ± 0,03	16,82 ± 0,04
<i>H. suaveolens</i>	26,56 ± 0,33	42,39 ± 0,39	67,66 ± 0,88

Tableau 6: Temps létaux 50 (TL₅₀) (jours) des huiles essentielles des différentes espèces végétales sur *S. zeamais*

Espèce végétale	Dose d'huile essentielle (µl/l)			
	5	10	15	20
<i>O. canum</i>	1	0,8	0,2	0,2
<i>O. gratissimum</i>	2,8	2	2	1,7
<i>H. suaveolens</i>	11,3	2	2	0,5

Efficacité des Huiles Essentielles sur les Stades pré Imaginaux de *S. zeamais*

Les stades embryonnaire et post-embryonnaire qui sont intra-granaires sont très peu sensibles aux différents traitements, contrairement aux adultes. Les grains portant des œufs et des larves de premier stade présentent des résultats similaires, avec un effectif important d'imagos ayant émergés des grains dans tous les essais. Les effectifs les plus faibles (P0 et P1) sont obtenus avec l'huile essentielle de *O. gratissimum*. Cependant, l'analyse des résultats permet de distinguer deux classes d'émergence et de taux de réduction pour chaque huile essentielle utilisée. Les taux de réductions sont relativement élevés pour les traitements effectués aux périodes P4 (sur les nymphes). Les traitements par les huiles essentielles ont donc provoqué des réductions des effectifs des imagos émergés. Ces valeurs sont comprises entre 33,46 % pour les larves de stade 2 (*H. suaveolens*) et 72,69 % pour les nymphes (*O.canum*) (Tableau 7).

Tableau 7: Action des traitements (de grains de maïs infestés) par des huiles essentielles (20µl), sur l'émergence des imagos et les taux de réduction correspondant (%).

stades de développement des insectes	Espèces végétales			Témoin
	<i>O. canum</i>	<i>O. gratissimum</i>	<i>H. suaveolens</i>	
P0, P1	125 ± 8 (51,92)	115 ± 4 (55,77)	147 ± 4 (43,46)	260
P2	156 ± 10 (40,00)	150 ± 8 (42,31)	173 ± 7 (33,46)	
P3	149 ± 7 (42,69)	166 ± 8 (36,15)	157 ± 6 (39,62)	
P4	71 ± 4 (72,69)	77 ± 6 (70,38)	103 ± 4 (60,38)	

() Taux de réduction (%); Moyenne de trois répétitions ± écart-type (n=60)

P0: œuf ; P1 larve de stade 1; P2: larve de stade 2; P3 : larve de stade 3 et P 4: larve de stade 4

Comparaison des moyennes entre lignes et colonnes par le test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5 %

(F = 278,5965; ddl = 19 ; p = 0,000000)

5. Discussion

L'analyse statistique indique que sur la durée de vie de l'insecte, les traitements par les huiles essentielles présentent des effets variables au niveau d'une même plante et en fonction de la dose appliquée. Les différences observées sont hautement significatives (F = 20,42250; ddl = 4; p = 0,000000). Une analyse en post-hoc comparaison (LSD) et le test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5 % permet de distinguer les huiles essentielles les plus efficaces et celles qui ont une efficacité moindre en fonction des moyennes observées. L'huile de *O. canum* est classée comme la plus efficace, suivie de celles de *O. gratissimum*, et *H suaveolens*. Il convient cependant de noter que la DL₅₀ et le TL₅₀ sont deux paramètres qui permettent d'apprécier la toxicité des différents produits. Aux faibles doses, entre 5 et 10 µL/L, l'essence de *O. canum* provoque la mortalité de la quasi-totalité des insectes, ce qui pourrait s'expliquer par la présence de certains constituants tels que le 1,8-cinéol, le linalol et le terpinène-4-ol dans sa composition chimique. Ces résultats sont en adéquation avec les travaux de [22] qui ont montré l'action du 1,8-cinéol sur d'autres insectes en occurrence *Sitophilus granarius*, *S. zeamais* (Coleoptera: curculionidae), *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) et *Prostephanus. tuncatus* (Coleoptera: Bostichidae) en 24 heures d'application. 1,8-cinéol inhibe également les œufs et les stades immatures dans les grains. Il a une forte action répulsive sur *S. granarius*, *S. zeamais*. Cette action est modérée envers *T. castaneum* et *P. tuncatus* [22]. En outre, la littérature rapporte de nombreux travaux similaires effectués sur certains insectes déprédateurs des céréales, mettant en évidence l'utilisation des huiles essentielles, des composés terpéniques ou des extraits de plantes [16, 23, 24]. En revanche, les activités biologiques des huiles essentielles de *O.*

gratissimum, *O. canum* et *H. suaveolens*, dans le contrôle biologique de *S. zeamais* n'ont pas encore été rapportées.

Les résultats de nos travaux révèlent qu'en présence des différents traitements, les insectes subissent un "effet choc" causé par la tension de vapeur de ces huiles essentielles. Les traitements ont induit une réduction de la durée de vie de l'insecte, un retard dans la durée de développement et une réduction du taux d'émergence. Cependant, les stades embryonnaires et post-embryonnaires sont très peu sensibles à ces huiles essentielles. Par contre, l'émergence des imagos baisse lorsque le traitement est appliqué aux nymphes. Cette toxicité serait attribuée à l'effet nocif de certaines substances chimiques contenues dans les extraits de plantes. Ainsi, certains composés présents dans les substances naturelles, notamment les terpènes, sont responsables de l'activité insecticide. Ces derniers réagiraient en synergie avec les composés spécifiques qui s'exprimeraient comme composés majoritaires dans chacune des huiles essentielles. Ces composés terpéniques joueraient un rôle répulsif à faible concentration et létal à forte concentration. Ils agissent aussi bien sur le système nerveux que sur la synthèse des protéines chez les insectes [25]. Des travaux similaires ont prouvé que le 1,8 cinéol a montré une toxicité très aiguë sur les adultes de *S. granarius*, *S. zeamais*, *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) et *P. tuncatus* (Coleoptera: Bostichidae) en 24 heures d'application. Ce composé inhibe également les œufs et les stades immatures dans les grains. Il a une forte action répulsive sur *S. granarius*, *S. zeamais*. Cette action est modérée envers *T. castaneum* et *P. tuncatus* [22].

Conclusion

Les résultats obtenus avec les huiles essentielles des plantes étudiées sont satisfaisants. Les huiles essentielles de toutes les plantes testées, réduisent la durée de vie de *S. zeamais* ainsi que sa descendance. Nos résultats pendant les essais indiquent que les actions des huiles essentielles sont variables en fonction des plantes utilisées. Celle de *O. canum* est très efficace sur la durée de vie de *S. zeamais*. Les huiles essentielles de *O. gratissimum*, et *H. suaveolens* qui se sont montrées relativement efficaces pourraient également contribuer à réduire les pertes occasionnées par les déprédateurs pendant le stockage des produits de récolte.

Le profil des huiles essentielles a fortement contribué à contrôler les populations d'insectes déprédateurs des stocks de céréales dans la zone d'investigation. Toutes les huiles essentielles ont montré leur efficacité dans la conservation des denrées alimentaires stockées. Celui de *Ocimum canum*, riche en 1,8 cineol, linalol et terpinène-4-ol justifie son utilisation dans la conservation des produits de récolte.

Bibliographie

- [1] Anonyme, 2009. Evolution de la production et des importations de riz en Côte d'Ivoire de 1965 à 2008. Edition BUPED N°08 / 2009 29 p.
- [2] Anonyme, 2014 : Diagnostic de la filière maïs en Côte d'Ivoire, 58 P
- [3] HUIGNARD J. 1985. Importance des pertes dues aux insectes ravageurs des graines: problèmes posés par la conservation des légumineuses alimentaires, source de protéines végétales. Cah. Nutr. Diet., 20 (3) : 193- 200.
- [4] FOUA-BI K. 1989. Conférence inaugurale. In: Parmentier et Foua-Bi. Céréales en régions chaudes: conservation et transformation. Editions John Libbey EUROTEXT, Montrouge France, 15-21.
- [5] Anonyme, 2004. Statistiques douanières. INS, PNR République de Côte d'Ivoire 1p.
- [6] Anonyme, 2005. Riz: les revers d'un succès: Spore, 115 : 4-5.

- [7] CNRA, 2014a : La production du maïs en Côte d'Ivoire. <http://www.cnra.ci/descprog.php>, visité le 02/09 2015.
- [8] CNRA, 2014b. Bien cultiver le maïs. http://www.erails.net/images/cote-divoire/cnra/cnra/file/cultiver_maïs.pdf visité le 02/09 2015
- [9] Koffi C., et N'dri A. K., 2006. Marché et commercialisation du riz local au centre-ouest de la Côte d'Ivoire. *AGRON. AFR.*, XVIII (3). 299-308.
- [10] Kumar R., 1991. La lutte contre les insectes ravageurs. La situation de l'agriculture africaine. Ed. Karthala et C.T.A., 6-160.
- [11] French R. C., 1985. The bio-regulatory of flavour compounds on fungal spores and other propagules. *Am. Rev. Phytopathol.*, 23 : 173-199.
- [12] Riba G., et Silvy C., 1989. Combattre les ravageurs des cultures : enjeux et perspectives. Edition INRA, 230 p.
- [13] Gakuru S., et Foua-Bi K., 1995. Effet comparé des huiles essentielles de quatre espèces végétales contre la bruche du niébé (*Callosobruchus maculatus* FAB) et le charançon du riz (*Sitophilus oryzae* L.). *Agricultures*, 13 (4) : 143-146.
- [14] Glitho I. A., Ketoh K. G., et Koumaglo H. K., 1997. Effets de quelques huiles essentielles sur l'activité reproductrice de *Callosobruchus maculatus* Fab. *Ann. Univ. de Ouagadougou, Série B*, 5: 174- 185.
- [15] Ketoh K. G., 1998. Utilisation des huiles essentielles de quelques plantes aromatiques du Togo comme biopesticides dans la gestion des stades de développement de *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae). Thèse de Doctorat Univ. du Bénin, Lomé-Togo, 136 p.
- [16] Seri-Kouassi B., 2004. Entomofaune du niébé (*Vigna unguiculata* L WALP) et impact des huiles essentielles extraites de neuf plantes locales sur la reproduction de *Callosobruchus maculatus* FAB (Coleoptera : Bruchidae) en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat d'Etat ès sciences, Université de Cocody, 199 p.
- [17] Johnson F., Seri-Kouassi B., Aboua L. R. N. et Foua-Bi K. 2006. Utilisation de poudres et d'extraits totaux issus de plantes locales des genres *Ocimum* et *Mentha* comme biopesticides dans la lutte contre *Callosobruchus maculatus* FAB. *AGRON. AFR.*, XVIII (3) : 221-233.
- [18] Johnson F., 2009. Quelques aspects d'éthologie de *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera : Curculionidae), principal déprédateur des stocks de riz et de maïs dans la région de Bouaflé, Côte d'Ivoire : lutte par des substances naturelles et stratégies de conservation durable. Thèse de Doctorat Université de Cocody, 193 p.
- [19] Johnson, 2001 F.. Effets de poudres et d'extraits de 4 variétés de plantes (*Ocimum canum*, *O. gratissimum*, *Mentha* sp (tige jaune), *Mentha* sp (tige violette)) sur quelques paramètres biologiques de *Callosobruchus maculatus*, en laboratoire. Mémoire de DEA Université Cocody, Abidjan 64 p.
- [20] Park K., Lee S. G., Choi D. H., Park J. D., and Ahn Y. J. 2002. Insecticidal activity of constituents identified in the essential oil from leaves of *Chamaecyparis obtusa* against *Callosobruchus chinensis* (L) and *Sitophilus oryzae* (L). *J. of stored product Res.*, 39 (4): 375-384.
- [21] Park I. K., Kim L. S., Choi I.H. Lee Y. S. and Shim S. C. 2006. Fumigant activity of plant essential oils and components from *Schizpneptera tenuifolia* against *Lycoriella ingenua* (Diptera: Sciaridae). *J. Econ. Entomol.*, 99 (5) 17-21.
- [22] Obeng-Ofori D. Reichmuth C. H. Bekele J. and Hassanli A. 2003. Biological activity of 1,8 cineole, a major component of essential oil of *Ocimum kenyense* (Ayobangira) against stored product beetles. *J. appl. Entomol.*, 121 (4) 237-243.
- [23] Kim S. IL., Poha J. Y., Kima D. H., Leeb H. S., and Ahna Y.J. 2003. Insecticidal activities of aromatic plant extract and essential oils aganst *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. *J. Stored Product Res.* 39 : 293-303.

- [24] Weaver D. K., Dunkel F. V. and Ntezurubanza L. 1991. The efficacy of linalool, a major component of freshly-Milled *Ocimum canum* Sims (Lamiaceae), for protection against post-harvest damage by certain stored product Coleoptera. *J. of stored product. Res.*, 27 (4): 213-230.
- [25] Picimbon J. F. 2002. Protéines liant les odeurs (OBP) et protéines chimiosensorielles (CSP) : cibles moléculaires de lutte intégrée. In: *Biopesticides d'origine végétale*. Ed. TEC & DOC, Paris, 265-283.