

Évaluation de l'activité insecticide des feuilles *Hyptis suaveolens* et de *Hyptis spicigera* sur le taux de germination des grains de maïs infectés par *Sitophilus zeamais*

Adama Moussa SAKHO^{1*}, Aboubacar DIALLO¹, Kissi TRAORE², Fatoumata CONDE¹,
Abdoulaye KEITA¹ et Kéloua KOUROUMA²

¹ Université Gamal Abdel Nasser, Département de Chimie, Laboratoire de Chimie Organique,
BP 1147, Conakry, République de Guinée

² Université Gamal Abdel Nasser, Département de Génie Chimique, Laboratoire de Technologie Alimentaire,
BP 1147, Conakry, République de Guinée

* Correspondance, courriel : adamsacko@yahoo.fr

Résumé

Ce présent travail vise à déterminer l'effet insecticides des feuilles de *Hyptis suaveolens* (Hsu) et *Hyptis spicigera* (Hsp) sur *Sitophilus zeamais*, ainsi que le pouvoir germinatif des grains de maïs infectés traités et non traités par leurs poudres. Pour ce faire, les teneurs en humidité des feuilles de *Hyptis suaveolens* et *Hyptis spicigera*, en huiles essentielles, ainsi que l'humidité des grains de maïs ont été déterminées par les techniques : dessiccation à l'étuve, couplage (GC/MS). L'effet insecticide de leurs poudres a été testé sur les grains de maïs infectés par la méthode d'AGRAR (2013), suivi d'un test du pouvoir germinatif des grains de maïs traités. Les valeurs moyennes des humidités avant et après séchage des feuilles de *Hyptis suaveolens*, *Hyptis spicigera* et celles des grains de maïs sont : 48,67 % et 23,53 % ; 3,33 % et 3,60 % respectivement. Les feuilles de *Hyptis suaveolens* ont une teneur plus élevée en β -caryophyllène (18,02 %) que *Hyptis spicigera* (10,01 %). Les résultats montrent, une efficacité insecticide plus élevée de la poudre de *Hyptis suaveolens* sur *sitophilis zeamais* que celle de *hyptis spicigera* aux mêmes doses (2 ; 4 ; 8 g). Le taux moyen de germination des grains de maïs infectés et traités par les poudres sont plus élevés pour *Hyptis suaveolens* (59,00 %) que celui de *Hyptis spicigera* (43,33 %). Cette étude peut être une alternative bio-insecticide pour la communauté paysanne dans la conservation des céréales.

Mots-clés : *activité insecticide, Hyptis suaveolens, Hyptis spicigera, germination, Sitophilus zeamais.*

Abstract

Evaluation of insecticidal activity of the *Hyptis suaveolens* and *Hyptis spicigera* leaves on the germination rate rate kernels infected by *Sitophilus zeamais*

This present work aims to determine the insecticidal effect of the leaves of *Hyptis suaveolens* (Hsu) and *Hyptis spicigera* (Hsp) on *Sitophilus zeamais*, as well as the germination capacity of infected corn kernels treated and not treated with their powders. To do this, the moisture contents of the leaves of *Hyptis suaveolens* and *Hyptis spicigera*, in essential oils as well as the moisture of the corn kernels were determined by the techniques : drying in an oven, coupling (GC/MS). The insecticidal effect of their powders was tested on infected maize

kernels by the AGRAR, method (2013), followed by a germination test on treated maize kernels. The mean values of the humidity before and after drying of the leaves of *Hyptis suaveolens*, *Hyptis spicigera* and those of the maize grains are : 48.67 % and 23.53 %; 3.33 % and 3.60 % respectively. The leaves of *Hyptis suaveolens* have a higher content of β -caryophyllene (18.02 %) than *Hyptis spicigera* (10.01 %). The result shows a higher insecticidal efficacy of *Hyptis suaveolens* powder on *Sitophilus zeamais* than that of *Hyptis spicigera* at the same doses (2; 4; 8 g). The mean germination rate of infected and powdered maize kernels was higher for *Hyptis suaveolens* (59.00 %) than for *Hyptis spicigera* (43.33 %). This study can be a bio-insecticide alternative for the peasant community in the conservation of cereals.

Keywords : *insecticidal activity, Hyptis suaveolens, Hyptis spicigera, germination, Sitophilus zeamais.*

1. Introduction

Les insectes des denrées stockées comme le maïs dans les entrepôts, sont multiples et variés. Ils sont parmi les principaux ravageurs des céréales stockées capables de causer des dommages économiques importants dans l'ordre de 5 à 10 % dans les zones tempérées et 20 à 30 % dans les zones tropicales [1]. Le maïs est l'une des plantes céréalières les plus importantes et largement cultivées à des fins de nutrition humaine et animale dans le monde. Il est beaucoup utilisé dans l'agro-industrielle comme matière première dans la fabrication des boissons, d'huile de maïs tout comme le blé et le riz [2, 3]. En République de Guinée, 30 % de la production du maïs est ravagé par les insectes entre la récolte et la consommation qui se traduit par des pertes directes et indirectes sur la qualité nutritionnelle ainsi que sur la quantité [4]. Pour pallier à ce fléau, le gouvernement guinéen a mis en place un programme de recherche sur l'ensemble des insectes responsables de cette destruction en Décembre 1988 dans la préfecture de Pita. Il a été trouvé que l'insecte le plus redouté et nuisible était le *Sitophilus zeamais* [4]. Cependant, certaines méthodes de lutte comme l'utilisation d'insecticide de contact et la fumigation avec gaz insecticide ont été employées. Mais, leur utilisation a causé d'innombrables effets indésirables tels que : intoxication sanitaire des utilisateurs, résistance des souches d'insectes et la pollution environnementale [5, 6].

Pour contribuer à minimiser ces risques liés à l'utilisation des insecticides d'origine synthétique, nombreux travaux de recherche sont orientés vers la valorisation des bio-insecticides d'origine végétale comme alternative pour remplacer les traditionnels insecticides de synthèse [7 - 9] car l'avantage primordial de ces substances naturelles serait lié à leur faible toxicité pour l'homme et leur rapidité d'action sur les insectes [10 - 13]. Ainsi, pour toutes ces raisons évoquées, il serait opportun de tester l'effet insecticide des poudres de feuilles de deux plantes supposées être une alternative capable d'amoinir la biodégradabilité qui sont : *Hyptis suaveolens* (*Hsu*) et *Hyptis spicigera* (*Hsp*). Ce sont des plantes de la famille des lamiacées, vivace suffrutescente de 1 à 1,5 m de haut [14, 15]. En République de Guinée, ces plantes sont rencontrées dans les plaines de Kindia, Koundara, Gaoual, Mali et Kankan. Les feuilles de ces plantes sont largement utilisées en médecine traditionnelle contre certaines pathologies des animaux et dans la conservation des céréales [14]. C'est dans ce sens qu'il a été proposé d'entreprendre l'évaluation de l'activité insecticide des feuilles *Hyptis suaveolens* et de *Hyptis spicigera* sur le taux de germination des grains de maïs infectés par *Sitophilus zeamais*. L'objectif de ce présent travail vise à extraire et caractériser les huiles essentielles contenues dans les feuilles de ces plantes de *Hyptis suaveolens* (*Hsu*) et *Hyptis spicigera* (*Hsp*) par les techniques de couplage de la chromatographie gazeuse et spectroscopie de masse (GC/MS) d'une part et d'autre part procéder à l'évaluation de l'activité insecticide de la poudre de ces feuilles sur le taux de germination des grains de maïs infectés après traitement.

2. Matériel et méthodes

2-1. Collecte des grains de maïs non Infectés

Les grains de maïs utilisés pour le test ont été achetés au marché de Yenguema dans la préfecture de Kindia située à 111 km de Conakry (capitale de la République de Guinée). Avant le test, les grains ont été triés afin d'éliminer les mauvais grains, des matières étrangères, puis laver et sécher à la température ambiante du laboratoire pendant 72 heures, ensuite un second séchage à 40 °C à l'étuve pendant 15 mn afin d'éliminer les contaminants résiduels.

2-2. Élevage de *Sitophilus zeamais*

Les grains de maïs ont été infectés à l'aide des insectes (*Sitophilus zeamais*) provenant d'un élevage de masse dans les conditions ambiantes du laboratoire (température (20 ± 4 °C) et une humidité environ (81 ± 5 %)).
Mode opératoire : Peser 6 Kg de grains de maïs préalablement infectés et introduire dans des bocaux en verre puis recouvrir avec un tissu poreux pour une bonne aération. Garder ces bocaux à la température ambiante du laboratoire pendant 30 jours à l'abri de toute infestations étrangères. Ensuite, tamiser pour éliminer les *Sitophilus zeamais* adultes et continuer l'élevage avec les grains de maïs infestés par les œufs durant 23 jours à fin d'obtenir des nouveaux insectes.

2-3. Collecte des feuilles de *Hyptis suaveolens* (Hsu) et de *Hyptis spicigera* (Hsp)

Les feuilles de *Hyptis suaveolens* et de *Hyptis spicigera* ont été collectées le matin aux environs de 8h dans la préfecture de Kindia et environnants en octobre 2017. Elles ont été soumises au séchage à l'ombre et sous ventilation au laboratoire pendant 15 jours. Puis, elles ont été pilées séparément et les poudres ainsi obtenues ont servi de matières premières pour l'identification et caractérisation des huiles essentielles ainsi que l'évaluation de leur activité insecticide sur le taux de germination des grains de maïs traités après infestation par le *Sitophilus zeamais*.

2-4. Détermination du taux d'humidité des feuilles de *Hyptis suaveolens* et de *Hyptis spicigera* et du maïs non infecté

Les feuilles des différentes plantes (*Hyptis suaveolens* et de *Hyptis spicigera*) et les grains du maïs avant leur infestation, ont été acheminées au laboratoire pour déterminer leurs taux d'humidité par la méthode de dessiccation complète à l'étuve entre 100 - 105°C pendant 3 heures selon la (*Formule* suivante) [16 - 18].

$$H = \frac{P1-P2}{Pe} \times 100 \quad (1)$$

H = Représente l'humidité ; *P1* ; *P2* = Poids de l'échantillon et de la capsule avant et après séchage, *Pe* = Poids de la prise d'essai.

2-5. Extraction des huiles essentielles feuilles de *Hyptis suaveolens* et de *Hyptis spicigera*

Mode opératoire : L'identification des constituants d'huiles essentielles de ces différents extraits a été réalisée par la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectroscopie de masse (CG/SM). Cette méthode consiste à utiliser la chromatographie en phase gazeuse (GC) qui est un instrument VARIAN 3800 équipé de Supelcowax 10 capillaire GC Colonne (l. i. d. 30 m x 0,25 mm x d, 0,25 µm), avec une température programmée de 40 à 240°C. Le gaz transporté est l'hélium à 30 cm⁻¹, avec un volume d'injection de : 1 µL.

Le couplage chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse (GC-MS, Shimadzu QP - 5000, Kyoto, Japan) a été réalisé sur electron-impact (70 eV, m/z-550) équipé d'une colonne capillaire OV-5 avec un diamètre de 30 m, 0,25 mm id., 0,25 µm [19, 20].

2-6. Protocol Expérimental

Un nombre total de 48 bocaux a été utilisé pour l'expérimentation ; disposés en 04 lots de 12 bocaux et chaque bio-insecticide a été répété quatre fois. Parmi ces 04 lots, 02 ont été réservés à l'étude de l'effet insecticide de poudre des feuilles de *Hyptis suaveolens* et *Hyptis spicigera*, les 02 autres à l'évaluation des dégâts causés par le *Sitophilus zeamais* durant 120 jours au laboratoire dans un environnement aéré.

2-7. Infestation du maïs (méthode d'AGRAR-2013)

Mode opératoire : Par cette méthode (appelée encore Africa Research on agriculture, food, and nutrition) [21], 100 g de grains de maïs non infestés ont été introduits dans les bocaux préalablement marqués comme : T0 (témoin), Fsu1, Fsu2, Fsu3 (Poudre des feuilles de *Hyptis suaveolens*) et Fsp1, Fsp2, Fsp3 (Poudre des feuilles de *Hyptis spicigera*). Puis peser 2 g, 4 g, 8 g de poudre de chacune des feuilles, additionner à 100 g de maïs homogénéisé dans les bocaux. Les bocaux témoins (T0) n'ont pas reçu de traitement [22]. Ensuite, introduire dans chaque bocal 20 insectes adultes et couvrir par un tissu poreux pour une bonne aération. Enfin, les sceller à l'aide des frondes élastiques en vue d'éviter toute contamination poursuivre l'opération pendant 24 heures.

2-8. Calcul de la toxicité des feuilles de *Hyptis suaveolens* (Hsu) et *Hyptis spicigera* (Hsp)

La mortalité en pourcentage (%) a été déterminée en utilisant la formule de W. S. Abbott [23] après 05 jours d'observation du contenu des bocaux selon (la **Formule** suivante) :

$$Pr = \frac{Po - Pc}{100 - Pc} \times 100 \quad (2)$$

Pr = Mortalité corrigée ; Po = Mortalité observée dans les boîtes ; Pc = Mortalité dans les boîtes témoins.

2-9. Test du taux de germination

Le taux de germination a été relevé tout au début de l'expérimentation sur les grains de maïs infestés et traité avec les poudres des feuilles de *Hyptis suaveolens* et *Hyptis spicigera*, pendant 6 jours [24 - 26]. Les grains de maïs ont été étalés dans les bocaux sur coton humidifié d'eau distillée à 26 ° C et scellés à la température du laboratoire. Ce taux a permis d'évaluer certains indices morphologiques tels que la hauteur de la plante, la longueur et la largeur des feuilles et racines à l'aide d'une règle ordinaire graduée. Le taux de germination a été évalué en comptant le nombre de grains qui a germé par rapport aux grains ensemencés suivant la **Formule 3** :

$$\%G = \frac{NGG}{NGE} \times 100 \quad (3)$$

$\%G$ = Pourcentage de germination ; NGG = Nombre de grains germés ; NGE = Nombre de grains ensemencés.

3. Résultats et discussion

3-1. Taux d'humidité des feuilles de *Hyptis suaveolens* et *Hyptis spicigera*

Les valeurs des taux d'humidité des feuilles de *Hyptis suaveolens* et de *Hyptis spicigera* sont présentées dans les **Tableaux 1 et 2**.

Tableau 1 : L'humidité des feuilles avant et après séchage de *Hyptis suaveolens*

N°	Prise d'essai (g)	Poids capsule + <i>Hyptis suaveolens</i> avant le séchage (g)	Poids capsule + <i>Hyptis suaveolens</i> après le séchage (g)	Humidité (%)	Humidité Moyenne (%)
1	5,00	23,30	20,00	66,00	48,67
2		21,10	19,10	40,00	
3		20,25	18,25	40,00	
Humidité après séchage					
N°	Prise d'essai (g)	Poids capsule + <i>Hyptis suaveolens</i> avant le séchage (g)	Poids capsule + <i>Hyptis suaveolens</i> après le séchage (g)	Humidité (%)	Humidité Moyenne (%)
1	5,00	23,12	23,00	2,40	3,33
2		23,11	22,83	5,60	
3		17,55	17,02	2,00	

Tableau 2 : L'humidité des feuilles avant et après séchage de *Hyptis spicigera*

N°	Prise d'essai (g)	Poids capsule + <i>Hyptis spicigera</i> avant le séchage (g)	Poids capsule + <i>Hyptis spicigera</i> après le séchage (g)	Humidité (%)	Humidité Moyenne (%)
1	5,00	21,30	20,00	26,00	23,53
2		21,10	20,10	20,00	
3		21,58	20,35	24,60	
Humidité après séchage					
N°	Prise d'essai (g)	Poids capsule + <i>Hyptis spicigera</i> avant le séchage (g)	Poids capsule + <i>Hyptis spicigera</i> après le séchage (g)	Humidité (%)	Humidité Moyenne (%)
1	5,00	23,11	23,01	2,00	3,60
2		23,12	22,83	5,80	
3		22,70	22,55	3,00	

Les valeurs moyennes du taux d'humidité avant et après séchage des feuilles de *Hyptis suaveolens* et de *Hyptis spicigera* sont : 48,67 % et 3,33 % ; 23,53 % et 3,60 % respectivement. Ces valeurs après séchage des feuilles de *Hyptis suaveolens* et de *Hyptis spicigera* sont inférieures à celle des feuilles de [18] qui est à 5,53 % ce qui est favorable pour un meilleur broyage des feuilles en poudre. Cependant, une différence du taux d'humidité moyenne après séchage de leurs feuilles est de 0,27 %. Cette différence est liée probablement à leurs structures cellulaires [17].

3-2. Taux d'humidité des grains de maïs non infectés

Les résultats d'analyse obtenus sont présentés dans le **Tableau 3**.

Tableau 3 : L'humidité du maïs non infecté avant et après le séchage

Désignation	Prise d'essai (g)	Poids capsule + maïs avant le séchage (g)	Pds capsule + maïs après le séchage (g)	Humidité (%)	Humidité Moyenne (%)
Maïs	5,00	19,80	18,80	20,00	18,33
		18,60	17,70	18,00	
		19,70	18,85	17,00	
Humidité après séchage					
Désignation	Prise d'essai (g)	Poids capsule + maïs avant le séchage (g)	Pds capsule + maïs après le séchage (g)	Humidité (%)	Humidité Moyenne (%)
Maïs	5,00	18,60	17,91	13,80	13,60
		16,79	16,11	13,60	
		17,78	17,11	13,40	

La valeur moyenne du taux d'humidité des grains de maïs avant et après séchage étaient de 18,33 % et de 13,60 % qui est la limite d'appréciation des drogues 14 % [17]. Ces valeurs montrent que les grains de maïs achetés au marché pour réaliser ce travail avaient un taux d'humidité élevé et qui sont présentées dans le **Tableau 3**.

3-3. Composition chimique des feuilles de *Hyptis spicigera* et de *Hyptis suaveolens*

Nos analyses ont montré que des feuilles de *Hyptis spicigera* et de *hyptis suaveolens* renferment des huiles essentielles qui sont présentées dans le **Tableau 4**.

Tableau 4 : Composition chimique des huiles essentielles des feuilles de *Hyptis spicigera* et *Hyptis suaveolens*

N°	Composés	<i>Hyptis spicigera</i> (%)	<i>Hyptis suaveolens</i> (%)
1	Camphène	1,02	0,10
2	Sabinène	2,48	11,01
3	Terpinolène	4,01	9,20
4	Limonène	0,10	4,12
5	β -caryophyllène	10,01	18,02
6	α -terpinène	0,10	1,01
7	β -pinène	2,22	7,01
8	α -humulène	Traces	1,87
9	α -pinène	Traces	3,23

Les teneurs en huile essentielles sont comprises entre 0,10-10,01 % pour *Hyptis spicigera* et 0,10-18,02 % pour *Hyptis suaveolens*. Par comparaison des valeurs (**Tableau 4**), il apparaît que les feuilles de *Hyptis suaveolens* contiennent plus d'huile essentielle que celles de *Hyptis spicigera*. Cette différence peut être probablement liée à leurs chémotypes car en exemple, une étude faite à Pisa (Tuscany, Italie entre 2009-2011) dans les mêmes conditions de culture des feuilles de *Hyptis spicigera* et de *Hyptis suaveolens* a donné des valeurs différentes en teneurs des huiles essentielles [19].

3-4. Effet insecticide des poudres des feuilles de *Hyptis spicigera* et de *Hyptis suaveolens*

Le **Tableau 5** montre les différentes doses utilisées des poudres des feuilles de *hyptis spicigera* et de *hyptis suaveolens* sur *Sitophilis zeamais* et les écart-types d'évaluation de leurs effets insecticides, suivi de la (**Photo 1**) montrant le dispositif expérimental des bocal contenant des grains de maïs.

Tableau 5 : Effet insecticide ou toxicité des poudres des feuilles de *Hyptis suaveolens* (Hsu) et *Hyptis spicigera* (Hsp)

Traitement	Doses	Taux moyen de mortalité en % (écart-type)
Hsu	2	6,67 (2,36)
Hsu	4	30,00 (4,08)
Hsu	8	55,00 (4,08)
T0	0	-
Hsp	2	3,33 (2,36)
Hsp	4	10,00 (4,08)
Hsp	8	28,33 (8,50)



Photo 1 : Dispositif expérimental des bocaux contenant des grains de maïs

Les résultats montrent une efficacité plus remarquable de la poudre des feuilles de *Hyptis suaveolens* sur le *Sitophilis zeamais* aux doses utilisées ; soit un taux de mortalité de : $6,67 \pm 2,36$; $30,00 \pm 4,08$; $55,00 \pm 4,08$ par rapport à celle d'*hyptis spicigera* avec un taux de mortalité de : $3,33 \pm 2,36$; $10,00 \pm 4,08$; $28,33 \pm 8,50$. Cependant, aucune mortalité n'a été enregistrée au niveau du témoin (T0) qui n'avait reçu aucun traitement avec la poudre des feuilles de *hyptis spicigera* et de *hyptis suaveolens*. La plus grande efficacité de la poudre de *Hyptis suaveolens* par rapport à la poudre de *Hyptis spicigera* contre *Sitophilis zeamais*, (**Tableau 4**) serait certainement liée à sa teneur en composés volatils trouvés dans les huiles essentielles. Ceci montre que l'activité insecticide de nombreuses plantes aromatique, serait liée à la présence des huiles essentielles dans leurs feuilles [19, 22].

3-5. Capacité de germination des grains de maïs

Le **Tableau 6** montre les différentes doses des poudres de *Hyptis suaveolens* (Hsu) et de *Hyptis spicigera* (Hsp) utilisées dans le traitement des grains de maïs infectés par *Sitophilis zeamais* et les différents taux de germination correspondant, suivi de la (**Photo 2**) qui montre le stade de trois (3) feuilles après germination des grains de maïs traités avec et sans poudres des feuilles de Hsu et Hsp au laboratoire.

Tableau 6 : Impact des feuilles de *Hyptis suaveolens* (Hsu) et *Hyptis spicigera* (Hsp) sur la germination

Traitement	Doses	Pourcentage de germination (%)
Hsu	2	36
Hsu	4	58
Hsu	8	83
Taux moyens (%)		59,00
T0	0	11
Hsp	2	23
Hsp	4	38
Hsp	8	69
Taux moyens (%)		43,33

**Photo 2 : Après germination des grains de maïs traités avec et sans poudres des feuilles de *Hsu* et *Hsp* au laboratoire**

L'essai de faire germer les grains de maïs traités ou non traité par les poudres des feuilles de *Hyptis spicigera* et de *Hyptis suaveolens* (**Photo 2**) dans les conditions de laboratoire, avait pour objectif d'évaluer la possibilité de germination de ces grains infectés et traités par les poudres de ces feuilles. Durant cette période, nous avons constaté effectivement leurs germinations et les différents taux de germination variaient en fonction des doses administrées. Les taux moyens de germination sont : 59,00 % pour les grains de maïs infectés et traité par la poudre des feuilles de *Hyptis suaveolens* et 43,33 % pour les grains traités par la poudre des feuilles de *Hyptis spicigera*. Les grains de maïs se trouvant dans des bocaux témoins (T0) (**Tableau 6**) ont donnés un taux de germination de 11 %. Ainsi, certains programmes de recherche sur le pouvoir germinatif des grains affirment que la baisse du pouvoir germinatif des semences peut probablement être liée à de multiples causes qui sont entre autre leurs hétérogénéités, la couleur, la taille, le poids et leurs compositions chimiques [19, 23, 27]. Dans notre étude, cette baisse en valeur moyenne du pouvoir germinatif peut être d'une part liée à la différence en teneur des huiles essentielles de *Hyptis suaveolens* et de *Hyptis spicigera*, d'autre part à la non utilisation de la poudre des feuilles de *Hyptis suaveolens* et de *Hyptis spicigera* dans les bocaux (T0).

4. Conclusion

Dans le présent travail nous avons évalué des teneurs en humidité avant et après séchage des feuilles de *Hyptis suaveolens* et de *Hyptis spicigera* variant entre : 48,67 % et 3,33 % ; 23,53 % et 3,60 % respectivement ainsi que celles des grains de maïs de 18,33 % et de 13,60 %. Il a été procédé à l'extraction et à la caractérisation des huiles essentielles des feuilles de ces plantes par les techniques de couplage de la chromatographie gazeuse et la spectroscopie de masse (GC/MS). Le résultat de cette analyse chimique montre une teneur très élevée en β -caryophyllène (18,02 %) dans les feuilles de *Hyptis suaveolens* que celle *Hyptis spicigera* (10,01 %). Ces résultats montrent également une efficacité insecticide plus élevée de la poudre de *Hyptis suaveolens* sur *Sitophilus zeamais* que celle de *Hyptis spicigera* aux mêmes doses administrées (2 ; 4 ; 8 g). Le taux moyen de germination des grains de maïs infectés et traités par les poudres sont plus élevés pour *Hyptis suaveolens* (59,00 %) que celui de *Hyptis spicigera* (43,33 %). Cependant, les grains de maïs non traités perdaient considérablement leurs pouvoirs germinatifs avec un taux de 11 %.

Références

- [1] - K. HASAN, A. A. NASER, S. SABIHA, M. NESA, M. KHAN and N. ISLAM, Control potentials of *Hyptis suaveolens* L. (Poit.) extracts against *Artemia salina* L. Nauplii and *Tribolium castaneum* (HBST.) adults, *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6 (1) (2018) 785 - 789
- [2] - K. P. DEFFEN, L. AKANVOU, R. AKANVOU, G. J. NEMLIN et P. L. KOUAME, Evaluation morphologique et nutritionnelle de variétés locales et améliorées de maïs (*zea-mays* L.) produites en Côte d'Ivoire, *Afrique Science*, 11 (3) (2015) 181 - 196
- [3] - A. F. HUFFAKER, M. M. KAPLAN, N. J. VAUGHAN, X. DAFOE, J. R. NI, H. T. ROCCA, E. A. ALBORM, E. A. PETER, E. A. SCHMELZ, Novel Acidic Sesquiterpenoids Constitute a Dominant Class of Pathogen-Induced Phytoalexins in Maize, *Plant Physiology*, 156 (2011) 2082 - 2097
- [4] - WWW. Fao.org/docrep : consulté le (28 Décembre 2017)
- [5] - P. S. CISSOKO, M. T. GUEYE, E. SOW et K. DIARRA, Substances inertes et plantes à effet insecticide utilisées dans la lutte contre les insectes ravageurs des céréales et légumineuses au Sénégal et en Afrique de l'ouest, *International Journal of Biological and Chemistry Sciences*, 9 (3) (2015) 1644 - 1653
- [6] - M. T. GUEYE, P. S. CISSOKO, G. GEORGE, J. P. WATHELET et G. LOGNAY, Efficacy of powdered maize cobs against the maize weevil *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in stored maize in Senegal, *International Journal of Tropical Insect Science*, 32 (2) (2012) 94 - 100
- [7] - Z. A. HABOU, E. HAUBRUGE, T. ADAM et F. J. VERHEGGEN, Insectes ravageurs et propriétés biocides de *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) : synthèse bibliographique, *Biotechnology*, 17 (4) (2013) 604 - 612
- [8] - A. D. BOSSOU, E. AHOUSI, E. RUYBERGH, A. ADAMS, G. SMAGGHE, N. D. KIMPE, F. AVLESSI, D. C. K. SOHOUNHLOUE and S. MANGELINCKX, Characterization of volatile compounds from three *Cymbopogon* species and *Eucalyptus citriodora* from Benin and their insecticidal activities against, *Tribolium castaneum*. *Industrial Crops and products*, 76 (2015) 306 - 317
- [9] - C. G. ATHANASSIOU, N. G. KAVALLIERATOS and C. M. MELETIS, Insecticidal effect of three diatomaceous earth formulations, applied alone or in combination, against stored-product beetle species on wheat and maize. *Journal of Stored Products Research*, 43 (2007) 330 - 334
- [10] - B. CONTI, A. CANALE, P. L. CIONI, G. FLAMINI, A. RIFICI, *Hyptis suaveolens* and *Hyptis spicigera* (Lamiaceae) essential oils : qualitative analysis, contact toxicity and repellent activity against *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera : Dryophthoridae), *J Pest Sci*, (84) (2011) 219 - 228

- [11] - B. CONTI, G. BENELLI, G. FLAMINI, P. L. CIONI, R. PROFETI, L. CEDCARINI, M. MACCHIA, A. CANALE, Larvicidal repellent activity of *Hyptis suaveolens* (Lamiaceae) essential oil against the mosquito *Aedes albopictus* Skuse (Diptera : Culicidae). - *Parasitology Research*, 110 (2012) 2013 - 2021
- [12] - Z. ABAGLI et B. C. ALAVO, Essential oil from bush mint, *Hyptis suaveolens*, is as effective as DEET for personal protection against mosquito bites, *The Open Entomology Journal*, 5 (2011) 45 - 48
- [13] - S. P. APPIAH, M. V. CHI, D. ADOM, F. A. ASIEDU, Pesticidal Effects of Extracts from *Hyptis suaveolens* and *Hyptis spicigera* on Cowpea Weevils, *International Journal of Environnement, Agriculture and Biotechnology*, 3 (5) (2018) 1691 - 1699
- [14] - S. LISOWSKI, flore de la République de Guinée, professeur de Botanique à l'Université A. Mickiewicz à Poznan (Pologne), (2002) 2 p.
- [15] - M. MUELLER, A. CAVARKAPA, F. M. UNGER, H. VIERNSTEN, W. PRAZNIK, Prebiotic potential of neutral oligo- and polysaccharides from seed mucilage of *Hyptis suaveolens*. *Food Chemistry*, 221 (2017) 508 - 514
- [16] - Détermination de la teneur en humidité dans les aliments pour animaux et les pains. Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire, Laboratoire de Liège, (01 Février 2013)
- [17] - K. P. DEFFAN, L. AKANVOU, G. J. NEMLIN et P. L. KOUAME, Evaluation morphologique et nutritionnelle de variétés locales et améliorées de maïs (*zea mays l.*) produites en Côte d'Ivoire. *Afrique science*, 13 (3) (2015) 181 - 196
- [18] - A. M. SAKHO, A. DIALLO, L. TRAORE, B. KEITA et K. KOUROUMA, Etude des feuilles du *Lippia chavaliere Mold(LCM)* en vue de la préparation de boissons chaudes et rafraichissantes, *Afrique science*, 14 (2) (2018) 394 - 403
- [19] - B. CONTI, A. CANALE, P. L. CIONI, G. FLAMINI, Repellence of essential oils from tropical and Mediterranean Lamiaceae against *Sitophilus zeamais*.- *Bulletin of Insectology*, 63 (2010) 197 - 202
- [20] - A. C. PESSO, A. MOREIRA, E. de O. LIMA, P. A. WANDERLEY, E. S. CARMO, E. L. de SOUZA, Chemical composition and antifungal activity of *Hyptis suaveolens* (L.) poit leaves essential oil against aspergillus species, *Brazilian journal of microbiology*, 41 (2010) 28 - 33
- [21] - AGRAR, 1st conference of African research on agriculture, food and nutrition. Yamoussoukro, Côte d'Ivoire, 4-6 (June 2013)
- [22] - M. T. GUEYE, P. S. CISSOKHO, G. GOERGEN, S. NDIAYE, D. SECK, G. GUEYE, J. P. WATHELET & G. LOGNAY, Efficacy of powdered maize cobs against the maize weevil *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in stored maize in Senegal, *International Journal of Tropical Insect Science*, (32) (2012) 94 - 100
- [23] - K. HASAN, A. An. NASER, S. SHABIHA, M. NESA, M. KHAN and N. ISLAM, Control potentials of *Hyptis suaveolens* L. (Poit.) extracts against *Artemia salina* L. Nauplii and *Tribolium castaneum* (HBST.) adults. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6 (1) (2018) 785 - 789
- [24] - K. A. AMINATA, M. T. GUEYE, S. M. DIOP, P. S. CISSOKHO et A. N. GUEYE, Etude de l'efficacité de la poudre et des cendres de balle de riz contre deux insectes ravageurs du riz stocké au Sénégal, *Sitophilus zeamais* (Motsch) et *Tribolium castaneum* (Herbst), *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 12 (4) (2018) 1731 - 1739
- [25] - A. A. N'RI, V. B. IRIE, P. L. KOUAME & I. A. ZORO BI, Bases génétiques et biochimiques de la capacité germinative des graines : implications pour les systèmes semences et la production alimentaire- *Sciences & Nature*, Vol. 8, N°1 (2011) 119 - 137
- [26] - K. P. DEFFAN, L. AKANVOU, R. AKANVOU, G. J. NEMLIN et P. L. KOUAME, Evaluation morphologique et nutritionnelle de variétés locales et améliorées de maïs (*zea mays l.*) produites en Côte D'Ivoire, *Afrique science*, 11 (3) (2015) 181 - 514
- [27] - J. DEDI, K. ALLOU, Etude du pouvoir germinatif de quatre variétés de riz que sont GIZA 178, WAB 56-50, LOHININI, DANANE et identification des champignons présents sur les grains en germination, *Afrique science*, 11 (3) (2015) 161 - 171