



# Effets inhibiteurs des extraits des rhizomes de *Zingiber officinale* et des extraits de *Capsicum frutescens* dans le développement de l'*Aspergillus flavus* et la production des aflatoxines

Umba di M'balu Joachim<sup>1</sup>, Diafuka Nkiami Jean Jacques Héribert<sup>2</sup>, Pululu Mfuidi Nitu Gilbert<sup>3</sup>, Kindele Ntinunu Edouard<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Université Loyola du Congo, B.P. 3724 Kinshasa-Gombe et Université Pédagogique Nationale de Kinshasa, B.P. 8815 Kinshasa-Ngaliema

<sup>2</sup> Institut Supérieur Agrovétérinaire Saint Pierre Canisius, B.P. 3724 Kinshasa-Gombe et Paroisse Notre Dame de Fatima-Matadi, B.P. 29 Matadi-Kongo Central

<sup>3</sup> Institut Supérieur Pédagogique de la Gombe, B.P. 256 Kinshasa-Gombe et Université Loyola du Congo, B.P. 3724 Kinshasa-Gombe

<sup>4</sup> Institut Supérieur Agrovétérinaire Saint Pierre Canisius, B.P. 3724 Kinshasa-Gombe et Université de Kinshasa, B.P 190, Kinshasa XI (à titre posthume)

Auteur Correspondant E-mail : [joachimumba@yahoo.fr](mailto:joachimumba@yahoo.fr)

Mots-clés : Effets inhibiteurs, *Zingiber officinale*, *Capsicum frutescens*, *Aspergillus flavus* et Aflatoxines,

Keywords : Inhibitory effects, *Zingiber officinale*, *Capsicum frutescens*, *Aspergillus flavus* and Aflatoxins.

Submission 12/03/2022, Publication date 31/05/2022, <http://m.elewa.org/Journals/about-japs/>

## 1 RESUME

Selon l'OMS (2018), les aflatoxines sont des substances toxiques produites par certains types de champignons (moisissures) présents naturellement partout dans le monde ; elles peuvent contaminer les cultures alimentaires et constituent une menace grave pour les humains et le bétail. Ce travail se veut une contribution à la valorisation des plantes locales en les proposant dans l'inhibition dans la production des aflatoxines. Pour ce faire, les extraits de rhizomes de gingembre et les extraits de piment cultivés dans deux milieux différents (farine de maïs mélangée avec de l'eau et Czapecck) ont été utilisés pour déterminer leurs effets inhibiteurs sur ces mycotoxines. Le traitement à l'acide acétique ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) qui est un acide organique (acide éthanoïque) naturellement présent dans le vinaigre présente le meilleur résultat par rapport au traitement au gingembre et au traitement au piment.

## ABSTRACT

According to WHO (2018), aflatoxins are toxic substances produced by certain types of fungi (molds) that occur naturally all over the world; they can contaminate food crops and pose a serious threat to humans and livestock. This work is intended as a contribution to the enhancement of local plants by proposing them in the inhibition in the production of aflatoxins. To do this, ginger rhizome extracts and chilli extracts grown in two different media (corn flour mixed with water and Czapecck) were used to determine their inhibitory effects on these mycotoxins. Acetic acid ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) which is an organic acid (ethanoic acid) naturally present in vinegar treatment has the best result compared to ginger treatment and chilli treatment.



## 2 INTRODUCTION

Les aliments constituent souvent un véhicule de pathogènes ou de substances nuisibles à la santé. Les agents pathogènes contaminant les denrées alimentaires se développent suite à des négligences lors des manipulations, la conservation et la commercialisation (Umba et al., 2018). Les moisissures colonisent régulièrement les denrées et synthétisent des mycotoxines qui sont excrétées dans le milieu (Harley et al., 2003 cités par Umba et al., 2018). Parmi ces mycotoxines, les aflatoxines sont les plus étudiées à cause de leurs effets nocifs sur la santé humaine et animale. Les aflatoxines sont des molécules à structure polycyclique qui seraient associées au métabolisme de la reproduction des *Aspergillus* *aflatoxiogènes* (Martin et al., 1999). Elles peuvent être ingérées en consommant les denrées contaminées ou en les inhalant lors de leur manipulation pendant les différentes moutures en farine (Masimango, 1978 ; Simba, 2006 ; Umba et al., 2018). Elles sont des substances toxiques (produites par des moisissures du genre *Aspergillus* (*A. flavus* et *A. niger*) et sont des mycotoxines susceptibles de contaminer les denrées alimentaires (Martin et al., 1999). Des estimations nationales de l'exposition alimentaire aux aflatoxines font apparaître des différences entre pays développés et en développement. Dans les premiers, les expositions alimentaires moyennes aux aflatoxines sont généralement inférieures à 1 ng/kg de poids corporel et par jour (un nanogramme correspond à un milliardième de gramme), tandis que pour certains d'Afrique subsaharienne, ces estimations dépassent 100 ng/kg de poids corporel et par jour, mais reposent souvent sur des données très limitées ([https://www.who.int/foodsafety/FSDigest\\_Aflatoxins\\_FR.pdf](https://www.who.int/foodsafety/FSDigest_Aflatoxins_FR.pdf)). En zones équatoriales et tropicales, en effet, l'humidité et la chaleur permettent une multiplication facile et rapide des moisissures. Les aflatoxines sont génotoxiques et causent des carcinomes hépatocellulaires

chez l'homme ([www.efsa.europa.eu/efsajournal](http://www.efsa.europa.eu/efsajournal) consulté le 13 février 2022 à 13h16). Dans ces régions donc, le phénomène est si important qu'il exige toujours une attention particulière. Le développement des aflatoxines dans les denrées alimentaires, spécialement dans les céréales et l'arachide, leurs conséquences sur la santé humaine, animale et même sur les économies obligent des études approfondies et une recherche des moyens de lutte efficaces. Parmi les denrées consommées par les populations congolaises, beaucoup sont souvent contaminées par l'*Aspergillus flavus* : c'est le cas de l'arachide, du manioc, du maïs, de la patate douce, du plantain et du riz (Masimango, 1987 ; Umba et al., 2018 ; Martin et al., 1999). Cependant, la flore de notre pays regorge beaucoup d'espèces à partir desquelles il est possible de tirer diverses substances naturelles et en faire plusieurs utilisations notamment dans l'industrie pharmaceutique, cosmétique, alimentaire. Deux espèces ont fait l'objet de cette étude, entre autre *Zingiber officinale* et *Capsicum frutescens*. Ces plantes possèdent diverses vertus thérapeutiques éprouvées ; elles auraient un pouvoir antiseptique et seraient d'une bénéfique action antifongique. Notre étude se veut « une contribution à la valorisation des plantes locales » en les proposant dans l'inhibition dans la production des aflatoxines. Nous pensons donc utiliser les extraits de rhizomes de gingembre et les extraits de piment pour déterminer leurs effets inhibiteurs sur ces mycotoxines. L'intérêt pour cette étude se rattache à la fois au besoin de lutter contre des toxines, qui de plus en plus endeuillent de nombreuses familles et causent des pertes dans certains élevages et cultures, et à celui de réaliser la lutte avec des moyens financiers très modiques. Ceci permettrait ainsi à bon nombre de gens, sinon à tous, d'accéder à des remèdes que tout le monde peut trouver partout sur l'étendue du territoire national.



### 3 MATERIEL ET METHODES

**3.1 Matériel végétal :** deux espèces végétales ont été utilisées dans l'expérimentation :

**3.1.1 *Zingiber officinale*** (Photo 1) : est une plante dont l'origine exacte est inconnue, mais de nombreux pays du continent asiatique l'utilisent depuis des millénaires à la fois comme condiment et comme plante médicinale (en effet le rhizome de gingembre est très employé dans la médecine ayurvédique indienne et dans la médecine traditionnelle chinoise (Butin, 2017). L'implantation du gingembre en Afrique a lieu au XIII<sup>e</sup> siècle, grâce au commerce entre les Arabes avec l'Afrique de l'Est. Sa culture

s'étendra ensuite rapidement jusqu'en Afrique occidentale grâce aux colons portugais (Butin, 2017). Dans toute l'Afrique, les racines sont très appréciées comme aphrodisiaque, pour traiter les dysfonctions sexuelles, prévenir l'éjaculation précoce et augmenter la production de sperme et aussi lutter contre les hémorroïdes (Bayiha, 2011). Le gingembre est une plante dressée herbacée persistante, atteignant 1 m de hauteur et poussant à partir d'un rhizome odorant. Elle est souvent cultivée comme une plante annuelle et sa récolte se fait 9 à 10 mois après la plantation. La plante appartient à la famille de Zingiberaceae (Latham et Konda, 2006).



Photo 1 : *Zingiber officinale* (Gingembre)  
Source : Butin (2017)

**3.1.2 *Capsicum frutescens*** : arbrisseau persistant qui vit environ 2 à 3 ans. Il atteint 1,25 m de haut. Les fruits sont petits, longs de 1 à 2 cm ; ils sont verts au début et deviennent rouge lorsqu'ils sont mûrs (Photo 2). Les feuilles et les fruits ont des usages médicinaux : ils traitent la polyarthrite rhumatoïde, les entorses, les

douleurs de muscles, le lumbago et la sciatique (Latham et Konda, 2006). La plante est originaire d'Amérique tropicale et appartient à la famille de Solanaceae ([https://fr.wikipedia.org/wiki/Capsicum\\_frutescens](https://fr.wikipedia.org/wiki/Capsicum_frutescens)).

Photo 2 : *Capsicum frutescens* (Piment Cayenne)

Source : <https://www.exotic-seeds.store/nl/home/rawit-chili-seeds-capsicum-frutescens.html> consulté le 13 février 2022 à 15h11

**3.1.3 Milieu de culture :** deux milieux de culture ont été utilisés : un milieu synthétique

(milieu de Czapeck) et un milieu naturel (farine de maïs) (Photo 3).

Photo 3 : Farine de maïs (*Zeamays*)

Source : [https://www.gastronomiac.com/glossaire\\_des\\_produits/farine-de-mais/](https://www.gastronomiac.com/glossaire_des_produits/farine-de-mais/) consulté le 13 février 2022 à 15h27

Photo 4 : Champ de maïs (*Zeamays*)

Source : Image personnelle

**3.1.4 Souche d'*Aspergillus flavus* :** la souche utilisée est d'origine américaine, identifiée par le n°10124 de l'ATCC (American

Type Culture Collection). Cette souche produit l'aflatoxine B1.

**Tableau 1 :** Présentation du milieu Czapecck

Composition	Quantité pour 1000 ml d'eau
NaNO <sub>3</sub>	2 g
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1 g
KCl	0,5 g
MgSO <sub>4</sub>	0,5 g
FeSO <sub>4</sub>	0,01 g
Saccharose	30 g
Extrait de levure	2 g
H <sub>2</sub> O distillée	1000

### 3.2 Méthodes

#### 3.2.1 Préparation du milieu naturel : maïs :

Le milieu « maïs » utilisé est liquide. La préparation de ce milieu a connu les étapes suivantes :

- Maïs préalablement moulu dont la quantité utilisé est de 20 g pour 1000 ml d'eau distillée ;
- 2 g d'extrait de levure ajouté au mélange (farine de maïs-eau distillée) ;
- Une fois homogénéisée, la solution est filtrée et stérilisée à l'autoclave pendant 15 minutes à 121°C sous une pression inférieure à 2 bars et
- Enfin refroidir la solution

#### 3.2.2 Préparation du milieu Czapecck : En présence d'un En présence d'un milieu presque

déjà constitué et auquel il ne manquait que l'extrait de levure, nous avons :

- a) Peser 35 g de différents sels
- b) Mesurer 1000 ml d'eau distillée et pesé 2 g d'extrait de levure
- c) Faire le mélange avec les différents sels
- d) Homogénéiser et filtré la solution
- e) Mettre dans l'autoclave pendant 15' à 121 °C sous une pression inférieure à 2 bars et refroidir.

#### 3.2.3 Préparation de l'inoculum :

L'inoculum a été préparé dans le milieu Czapecck à 25°C. L'incubation, prévue pour une durée de 7 jours, s'est prolongée à 14 jours en raison du très lent développement de la souche dans le milieu de culture.



**Photo 5 :** Développement de la souche d'*Aspergillus flavus*  
A gauche : milieu avec inoculum ; à droite : milieu sans inoculum

#### 3.2.4 Préparation des extraits de plantes :

La préparation des extraits des plantes s'est faite

de façon différente pour chacune des plantes utilisées :

- a) Gingembre



- Débarrasser le gingembre de l'écorce superficielle et bien nettoyer à l'eau courante de façon à rendre le rhizome tout blanc ;
- Peser 20 g pour 100 ml d'eau distillée stérile ;
- Désinfecter avec de l'alcool à 70% pendant au moins 5 minutes ;
- Rincer à 3 reprises avec de l'eau distillée stérile dans un récipient (bocal) aseptique ;
- Faire passer au mixeur électronique pour le broyage et
- Recueillir proprement le produit du broyage et filtrer pour obtenir seulement du jus.

b) Piment

- Débarrasser le piment de son pédoncule et bien nettoyer à l'eau courante ;
- Peser 20 g pour 100 ml d'eau distillée stérile ;
- Désinfecter avec de l'alcool à 70% pendant au moins 5 minutes ;
- Rincer à 3 reprises avec de l'eau distillée stérile dans un récipient (bocal) aseptique ;
- Faire passer au mixeur électronique pour le broyage et
- Recueillir proprement le produit du broyage et filtrer pour obtenir seulement du jus.

**3.3 Ensemencement de l'inoculum :**

L'ensemencement a été opéré dans un milieu stérile (sous hotte à flux laminaire avec flamme).

-

## 4 RESULTATS

Tableau 2 : Poids sec de mycélium

Traitement	Poids du mycélium (g)				Total	moyenne	%
	Répétitions						
T <sub>0</sub>	0,12	0,06	0,12	0,11	0,41	0,1025	100
T <sub>1</sub>	0,20	0,27	0,20	0,16	0,83	0,2075	202,44
T <sub>2</sub>	0,26	0,17	0,3	0,13	0,86	0,215	209,76
T <sub>3</sub>	0,15	0,39	0,28	0,25	1,07	0,2675	260,98

Légende : T<sub>0</sub> = témoin ;

T<sub>1</sub> = traitement à l'acide acétique ;

T<sub>2</sub> = Traitement aux extraits de gingembre ;

T<sub>3</sub> = Traitement aux extraits de piment

Pour ce faire, avec une pipette, 5 gouttes de l'inoculum ont été injectées dans chaque flacon contenant au moins 125 ml du milieu naturel préparé.

**3.4 Traitement :** En ce qui concerne le traitement, signalons d'abord que nous avons utilisé 16 flacons répartis de la façon suivante : 4 flacons pour les témoins, 4 pour l'acide acétique, 4 pour le gingembre et 4 pour le piment. En comparaison avec les travaux antérieurs, Umba et all 2020, il ressort de ces travaux que l'acide acétique freine le développement l'*Aspergillus Flavus* et pourrait donc être exploité dans le cadre de la lutte contre ce champignon dans certaines denrées alimentaires Pour notre expérience, nous avons utilisé 5 ml d'acide acétique, 5 ml d'extrait de gingembre et 5 ml d'extrait de piment. L'incubation se fait pendant 9 jours à 25°C.

**3.5 Obtention du poids sec du mycélium**

- Recueillir la partie surnageant du mycélium et la mettre sur papier filtre pesé à l'avance ;
- Sécher le mycélium à l'étuve ;
- Peser le mycélium et papier après séchage ;
- Faire la différence des poids de la deuxième pesée (mycélium sec et papier) et de la première pesée (papier seulement) pour obtenir le poids du mycélium



Le taux d'inhibition a été calculé en considérant comme équivalent à 100% le développement de la souche d'*A. flavus* dans T<sub>0</sub>. Comme on peut le remarquer à travers ce tableau, les constats suivants ont été observés :

1. en tenant compte de la moyenne et du pourcentage :

- faible développement du mycélium dans le témoin non traité (T<sub>0</sub>) comparativement aux échantillons traités ;
- le T<sub>1</sub>, soit le traitement à l'acide acétique, présente le meilleur résultat par rapport au T<sub>2</sub> (traitement au gingembre) et au T<sub>3</sub> (traitement au piment). Cependant, les résultats sont beaucoup plus rapprochés entre l'acide acétique et le gingembre qu'entre l'acide acétique et le piment ;
- dans le T<sub>3</sub>, malgré la forte influence que le piment a sur la couleur de l'ensemble de la solution (coloration rougeâtre) par rapport aux

autres qui n'ont aucun effet sur la couleur, le développement du mycélium est plus accru. Selon les résultats à notre portée, les différences entre les divers traitements sont :

- de 0,165 g entre le T<sub>3</sub> et le T<sub>0</sub>, de 0,06 g entre le T<sub>3</sub> et T<sub>1</sub>, de 0,0525 g entre le T<sub>3</sub> et T<sub>2</sub> ;
- de 0,1125 g entre le T<sub>2</sub> et T<sub>0</sub>, de 0,0075 g entre T<sub>2</sub> et T<sub>1</sub> ;
- de 0,1050 g entre le T<sub>1</sub> et T<sub>0</sub> ;
- le T<sub>2</sub>, est par rapport au T<sub>3</sub>, la meilleure indication contre la croissance mycélienne d'*A. flavus*.

2. En tenant compte de diverses répétitions :

Une grande variabilité de la croissance mycélienne dans les cultures analogues, à l'exception de deux cas : dans le T<sub>0</sub> et T<sub>1</sub>, la première et la deuxième répétition présentent les mêmes résultats.



**Photo 4 :** Développement du mycélium dans les différents échantillons  
De gauche à droite : **Gingembre, témoin non traité, acide acétique et piment**

## 5 DISCUSSION

Au regard des résultats que présentent le tableau 2 et des considérations faites en rapport avec le même tableau, il y a lieu de constater que l'acide acétique a une action inhibitrice plus efficace sur le développement de mycélium d'*A. flavus* que les plantes antifongiques choisies. Mais, paradoxalement, le témoin T<sub>0</sub> a présenté une

croissance mycélienne moins importante que les milieux traités. Cette situation peut connaître quelques explications :

Le milieu naturel utilisé peut avoir une incidence dure le développement du champignon et les extraits des plantes qui ont servi au traitement pourraient eux-mêmes constituer des nutriments



pour le champignon et favoriser donc son développement. Mais que dire alors du traitement à l'acide acétique qui n'a pas aussi donné les résultats escomptés ?

Dans ce cas, si l'on ne peut mettre en cause le milieu utilisé, on doit s'interroger sur la qualité de l'acide acétique utilisé. N'oublions pas, en effet, que c'est de l'acide que nous avons trouvé déjà dilué sur le marché. On sait que les moisissures se développent à des températures très étalées et que la propension à leur développement augmente avec la température. Considérant, en ce qui nous concerne, que 25°C constitue une bonne moyenne à une excellente croissance mycéienne, il y'a lieu de croire que non seulement le milieu et les extraits utilisés ont

favorisé le développement du champignon, mais que la synergie de ces facteurs avec la température est aussi déterminante. S'il est reconnu des vertus antiseptiques et même antibiotiques aux plantes utilisés pour le traitement, mais que dans notre cas elles se soient avérées très peu efficaces, on peut se demander si les doses utilisées sont suffisantes. Nous n'avons pas obtenu des résultats escomptés bien que plusieurs auteurs (Manima 2004, Umba 2004, Muhuruka 2005, Ivami 2006, Khasa 2006, Luyila 2006, Makuba 2007) affirment que l'acide acétique a une influence sur le développement d'*Aspergillus Flavus*. Malgré les doses utilisées, l'acide acétique était falsifié, n'était pas pur.

## 6 CONCLUSION

Notre étude a porté sur la possibilité d'inhiber la croissance mycéienne d'*A. flavus* et la production des aflatoxines en utilisant les plantes locales. Pour ce faire, nous avons choisi de travailler avec le gingembre et le piment, des plantes auxquelles on reconnaît de nombreuses vertus médicinales et qui sont très exploités dans la tradithérapie. Après avoir évoqué les caractéristiques aussi bien du champignon et de ses toxines que des plantes « antifongiques », nous avons expérimenté l'action inhibitrice de celles-ci sur le développement du champignon. De ces expériences, il se révèle qu'à ce stade de recherche, nous ne pouvons pas encore prétendre lutter contre les aflatoxines avec le gingembre et le piment, leur action sur la croissance mycéienne du champignon qui produit ces toxines n'étant pas très significatives. Nous ne pouvons pas aussi, de ce fait, rejeter

toute recherche visant à mener une lutte antitoxine sur base de ces plantes. En effet, nous avons effectué nos études dans des conditions bien particulières, pouvant être améliorées pour parvenir à des résultats probants. Parmi ces conditions, on peut retenir les concentrations des extraits de plantes et les doses. Il est important de ne pas perdre de vue que l'acide acétique utilisé n'a pas fourni de bons résultats. Tout en considérant donc que les recherches peuvent se poursuivre sur les plantes, nous recommandons l'usage des produits dont la qualité est éprouvée. Nous espérons cependant, en dépit de tout, que ces lignes auront apporté leurs contributions au progrès des recherches qui, si elles s'avéraient concluantes, épargneraient l'humanité de tant des deuils et d'énormes pertes économiques.

## 7 BIBLIOGRAPHIE

Bayiha, J.C.J (2011) Étude de la toxicité systémique de l'extrait aqueux du mélange des plantes *Aframomum melegueta*, *Mondia whitei*, *Piper guineense* et *Zingiber officinale* chez le rat. In [https://www.memoireonline.com/01/14/8441/m\\_Etude-de-la-toxicite-systemique-de-l-extrait-aqueux-du-melange-des-plantes-Aframomum-melegueta-M19.html](https://www.memoireonline.com/01/14/8441/m_Etude-de-la-toxicite-systemique-de-l-extrait-aqueux-du-melange-des-plantes-Aframomum-melegueta-M19.html)

Butin, A. (2017) Le gingembre : de son utilisation ancestrale à un avenir prometteur. Thèse de doctorat, Faculté de Pharmacie, Université de Lorraine, France, 145 p.

Harley J.P, Kleind A et Prescott L (2003) *Microbiologie*, de Boeck et Larder, Bruxelles, Belgique, 1014 p.



- Ivami Emeka C. 2006 – 2007 Inhibition de l'Aspergillus par l'acide acétique, Mémoire d'Ingénieur, faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Kinshasa, Travail de Fin de Cycle, inédit, 33p.
- Khasa M., 2006 Inhibition de l'Aspergillus flavus par l'acide propionique, Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Kinshasa Travail de Fin de Cycle, inédit, 33p.
- Luyila M. M 2005 – 2006 Action inhibitrice de l'acide acétique sur le développement de l'Aspergillus flavus responsable de la toxicité de quelques aliments consommés en RD Congo. Mémoire de Licence, ISP/Gombe, inédit, 43p.
- Makuba I., 2006 – 2007 Effets inhibiteurs des extraits de Muringa oléifera et de Citrus grandis sur le développement de l'Aspergillus flavus et sur la production des aflatoxinesm T.F.E., ISAV/KIMWENZA, inédit, 35p.
- Mamadou D, 1978 Etude des problèmes posés par les aflatoxines dans les aliments du bétail et de l'homme. Thèse de doctorat, Ecoles Inter – États des Sciences et Médecine Vétérinaires, Dakar, 93p.
- Manima P., 2004 – 2005 Contribution à la lutte microbiologique contre les Aflatoxines – Antagonisme entre Aspergillus flavus et propionibacteriumance, Mémoire d'Ingénieur, Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Kinshasa, inédit, 29p.
- Muhuruka B., 2005, Effet de l'acide acétique sur le développement de l'Aspergillus flavus et la production de l'Aflatoxine, TFC Faculté des Sciences Agronomiques, UNIKIN, inédit, 27p.
- Umba, J. M. 2004 Production d'agents anti – fongiques par culture de cellules immobilisées sur supports solides et étude de leur application dans le contrôle des moisissures (productrices d'aflatoxines) contaminant certains produits alimentaires. Projet de thèse de doctorat en Sciences agronomiques, Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Chimie et Industries Agricoles, Université de Kinshasa, inédit, 10p.
- Latham P et Konda K.M, (2006) Quelques plantes utiles de la Province de Bas-Congo, République Démocratique du Congo. 2<sup>ème</sup> édition, 330 p.
- Martin J., Ba A., Dimanche P et Schilling R (1999) Comment lutter contre la contamination de l'arachide par les aflatoxines ? Expériences conduites au Sénégal. In *Agriculture et développement*, n°23 : 58-67.
- Masimango N.T(1978) Contribution à l'étude de la production de l'aflatoxine B1 par l'*Aspergillus flavus* Link – Lutte contre la présence de cette toxine dans certaines denrées, Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences Agronomiques d'État, Gembloux-Belgique, 222 p.
- Masimango T.N(1987) Complément de Biologie, Université de Kinshasa, Inédit, Kinshasa, 46 p.
- OMS (2018) Note de sécurité sanitaire des aliments. Département Sécurité sanitaire des aliments et zoonoses. 6 pages, REF. N°. : WHO/NHM/FOS/RAM/18.1
- Simba A, (2006) Effet de l'acide propionique sur la croissance mycélienne et la production des aflatoxines d'*Aspergillus flavus*. Mémoire de Licence en Biologie animale/Institut Supérieur Pédagogique (ISP)-Gombe, RD Congo, 25 p, inédit.
- Umba, M.J., Masimango, T.N., Pululu, B.F., Badibanga D et Nepa N.D (2018) Extraits de caïeux d'*Allium sativum* et d'écorces racinaires de *Diospyros heterotricha* utilisés comme biopesticides pour inhiber la croissance mycélienne d'*Aspergillus flavus*. In *Journal of Animal & Plant Sciences*. Vol 37 (1) : 5976-5984.  
[https://fr.wikipedia.org/wiki/Capsicum\\_frutescens](https://fr.wikipedia.org/wiki/Capsicum_frutescens)  
<https://www.exotic-seeds.store/nl/home/rawit-chili-seeds-capsicum-frutescens.html>



[https://www.gastronomiac.com/glossaire\\_des\\_produits/farine-de-mais/](https://www.gastronomiac.com/glossaire_des_produits/farine-de-mais/)  
<https://www.justebio.bio/le->

[gingembre/https://www.who.int/foodsafety/FSDigest\\_Aflatoxins\\_FR.pdf](https://www.who.int/foodsafety/FSDigest_Aflatoxins_FR.pdf)  
[www.efsa.europa.eu/efsajournal](http://www.efsa.europa.eu/efsajournal)