



ISSN: 0975-833X

Available online at <http://www.journalcra.com>

INTERNATIONAL JOURNAL
OF CURRENT RESEARCH

International Journal of Current Research
Vol. 13, Issue, 10, pp.19221-19233, October, 2021

DOI: <https://doi.org/10.24941/ijcr.42340.10.2021>

RESEARCH ARTICLE

EFFICACITÉ DES EXTRAITS DE PLANTES DANS LA LUTTE CONTRE LES CHAMPIGNONS RESPONSABLES DES POURRITURES DE TUBERCULES D'IGNAME EN STOCKAGE DANS LES MAGASINS DU MARCHÉ DE GROS DE BOUAKÉ (CÔTE D'IVOIRE)

DOUMBOUYA Mohamed^{1*}, BROU Kouassi Guy¹, Adama COULIBALY¹,
KOFFI Kouakou Zimmin Martial¹ and KONE Daouda^{2,3}

¹Département de Biologie Végétale; Unité de Formation et de Recherche des Sciences Biologiques; Université Peleforo GON COULIBALY, BP 1328 Korhogo

²Département de Physiologie Végétale, Unité de Formation et de Recherche Biosciences; Université Félix HOUPHOUËT BOIGNY, 22 BP 582, Abidjan 22, Côte d'Ivoire

³Centre d'Excellence Africain sur les Changements Climatiques, la Biodiversité et l'Agriculture Durable

ARTICLE INFO

Article History:

Received 17th July, 2021

Received in revised form

20th August, 2021

Accepted 14th September, 2021

Published online 30th October, 2021

Key Words:

Yams, Fungi, Bouaké Wholesale Market, Aqueous Extract, Plants, Antifungal Activity.

*Corresponding author:

DOUMBOUYA Mohamed

ABSTRACT

Yam (*Dioscorea* spp.) is a staple food that occupies a prominent place in the diet of the Ivorian population. However, its conservation is prey to numerous attacks due in major part to fungi. The objective of the study was to evaluate the efficacy of aqueous plant extracts on the growth of fungal pathogens responsible for storage rots of yam tubers. The approach consisted of sampling yam stocks at the Bouaké wholesale market followed by identification of the microflora associated with rots and their pathogenicity. Antifungal tests were performed with different concentrations of aqueous plant extracts to evaluate the antimicrobial potential against fungal strains isolated and identified from symptomatic yam tubers. The identification results revealed that the identified fungal species consisted of *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Colletotrichum* sp., *Fusarium oxysporum*, *Penicillium oxalicum*, *Rhizopus stolonifer* and *Rhizopus microsporus*. Pathogenicity tests were performed with the major fungal strains (Isolation Frequency $\geq 12\%$). The tests highlighted the susceptibility of the variety "Kponan", with a rot volume of 78.70 cm³. *Penicillium oxalicum* species showed high pathogenic activity resulting in an average decay volume of 74.64 cm³. Aqueous extract tests of *Zingiber officinale* and *Hyptis suaveolens* showed more than 50% inhibitory effect on mycelial growth of most fungi (*Penicillium oxalicum*, *Fusarium oxysporum*, *Colletotrichum gloeosporioides* and MBF). Extracts of *Z. officinale* and *H. suaveolens* could thus constitute a possible solution against agents involved in yam rots in stock.

Copyright © 2021. DOUMBOUYA Mohamed et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: DOUMBOUYA Mohamed, BROU Kouassi Guy, Adama COULIBALY et al. "Efficacité des extraits de plantes dans la lutte contre les champignons responsables des pourritures de tubercules d'igname en stockage dans les magasins du marché de gros de Bouaké (Côte d'Ivoire).", 2021. International Journal of Current Research, 13, (10), 19221-19233.

INTRODUCTION

La culture de l'igname (*Dioscorea cayenensis-rotundata*) contribue à la sécurité alimentaire de 300 millions de personnes dans les pays tropicaux (Mahyao, 2007). Avec des rendements pouvant atteindre 23 tonnes à hectare, selon l'espèce et la variété (Lebot, 2009), l'igname est majoritairement produite en Afrique de l'Ouest (Anses, 2017). Après le Nigéria (50.052.977 tonnes) et le Ghana (8 288 198 tonnes), vient la Côte d'Ivoire avec une production estimée à 7.176.762 tonnes (Faostat, 2019). En Côte d'Ivoire, l'igname occupe une place importante dans la production agricole car elle représente à elle seule 1.287.087 hectare de la superficie des cultures vivrières (Faostat, 2019).

Malheureusement, de nombreuses contraintes écologiques et parasites empêchent l'igname de contribuer pour une part plus importante à la ration alimentaire de nombreux pays en voie de développement (Ikotun, 1983). Les pertes au cours de la conservation sont occasionnées par des agents externes tels que les insectes, les rongeurs et les moisissures. Les pourritures de l'igname dues aux champignons microscopiques occasionnent les plus grandes pertes lors du stockage (Otusanya et Jefer, 1996). Selon Vernier et Bricas (2000), les pourritures post-récolte des tubercules d'igname sont estimées à environ 20 à 30 % en Côte d'Ivoire. Ce sont surtout les variétés du complexe *Dioscorea cayenensis-rotundata* qui sont sujettes aux pourritures (Tschannen et al., 2003; Assi, 2015).

Les conditions de stockage peuvent ainsi favoriser le développement de ces microorganismes. Face à la recrudescence de ces pathogènes en stock, quelle approche de lutte agroécologique efficace et efficiente adoptée pour préserver l'environnement et la santé des consommateurs. C'est dans ce registre que s'inscrit cette étude qui va consister à identifier le réseau de ravitaillement du marché de gros de Bouaké en tubercules d'igname, inventorier, caractériser et déterminer la pathogénicité des champignons associés aux pourritures d'igname en stockage marché de gros de Bouaké et évaluer l'efficacité de certains extraits végétaux sur la croissance mycélienne des champignons majeurs isolés.

MATERIELS ET METHODES

Présentation du site d'échantillonnage: Les tubercules d'igname ont été collectés à partir des magasins de stockage et de vente du marché de gros de Bouaké (MGB). Ce marché, exclusivement réservé aux transactions de gros portant sur des produits agricoles et alimentaires, est situé au cœur de la ville de Bouaké, dans la région du Gbéké, au centre de la Côte d'Ivoire (Figure 1).

Matériel végétal: Le matériel végétal utilisé, est constitué des feuilles d'*Ocimum gratissimum* (Lamiaceae) et de *Hyptis suaveolens* (Lamiaceae), récoltées au jardin botanique de l'Université Peleforo GON COULIBALY de Korhogo ainsi que de rhizomes de *Zingiber officinale* (Zingiberaceae) achetés au grand marché de Korhogo. Les études ont porté sur des tubercules d'igname de la variété "Kponan", "Assawa" et "Fassadjô" (*Dioscorea cayenensis-rotundata*) présentant des symptômes caractéristiques d'attaque de champignons et de tubercules asymptomatiques (Figure 2). Les tubercules présentant ainsi des pourritures ont été utilisés pour l'isolement des champignons associés et ceux apparemment sains ont été utilisés pour le test de pathogénicité.

Enquête et échantillonnage: Une enquête a été diligentée au sein du Marché de Gros de Bouaké du 14 au 16 Août 2020 afin de comprendre le réseau de ravitaillement des commerçants et d'identifier les contraintes parasitaires liées au stockage. Elle a été réalisée, à l'aide d'une fiche questionnaire, auprès de soixante-neuf (69) magasiniers. L'échantillonnage a concerné 35 magasins de stockage et de vente sur les 69 enquêtés, soit 50,72 % de la population enquêtée. Il a consisté à prélever des tubercules d'igname des variétés "Kponan", "Assawa" et "Fassadjô" du complexe *Dioscorea cayenensis-rotundata* présentant des signes de pourritures. Des tubercules d'igname asymptomatiques fraîchement acheminés sur le marché de gros de Bouaké ont également été collectés pour réaliser les tests de pathogénicité.

Isolement et purification des champignons associés aux pourritures de tubercules d'igname: Il s'agit d'un protocole inspiré de celui de Davet et Rouxel (1997), qui a consisté à prélever des fragments à partir du front de croissance des pourritures, après rafraîchissement des surfaces infestées. Les fragments prélevés sont désinfectés, pendant 3 minutes, avec une solution d'hypochlorite de sodium à 12° Chl diluée à 8 %. Ils sont ensuite rincés trois (3) fois successivement dans de l'eau distillée stérile pendant 3 minutes puis déposés sur du papier buvard stérile afin d'éliminer l'excès d'eau dans les

tissus. Ces fragments sont enfin ensemencés, en boîte de pétri, sur le milieu de culture PDA additionné d'un antibiotique, le chloramphénicol (50 mg: 1000 ml), afin d'éviter la prolifération de bactéries. Les boîtes de pétri ainsi ensemencées, scellées et étiquetées, sont mises en incubation pendant 48 à 72 heures à la température ambiante du laboratoire (28 ± 2 °C). Les champignons germés à partir des explants ensemencés ont été purifiés. Pour ce faire, un fragment mycélien a été prélevé à partir du front de croissance de chaque colonie puis placés sur un nouveau milieu de culture PDA.

Identification et fréquence d'isolement des champignons:

Les champignons purifiés ont été identifiés sur la base des caractères culturels, sur milieu de culture PDA, morphologique et microscopique tel que l'aspect, la couleur du thalle mycélien et des spores (Botton *et al.*, 1990 ; Messiaen *et al.*, 1991 ; Blancard, 2009). Les observations ont été faites au microscope optique de type "Motic". Les fréquences d'isolement des genres fongiques ont été déterminées selon la formule inspirée de celle de Walder (1996).

$$FI = \frac{NI}{NTI} \times 100$$

FI: Fréquence d'isolement en pourcentage. **NI :** Nombre d'isolement d'un genre fongique dans tous les échantillons. **NTI:** Nombre Total d'isolement de tous les genres fongiques.

Test de pathogénicité des champignons isolés: Les tubercules apparemment sains (Figure 2), utilisés pour le test de pathogénicité, ont été lavés avec une solution d'hypochlorite de sodium à 12° Chl diluée à 8 % en vue de débarrasser des organismes saprophytes. Les tubercules sont ensuite rincés trois (3) fois successivement dans de l'eau distillée stérile pendant 3 minutes afin d'éliminer le reste de chlore puis enrobés dans du papier buvard stérile afin d'éliminer l'excès d'eau. Après avoir découpés ces tubercules en rondelles de 4 cm d'épaisseur, un emporte-pièce de 0,5cm de diamètre a servi pour effectuer un trou de 1 cm de profondeur au centre de chaque rondelle d'igname. Puis, pour chaque souche fongique (FI ≥ 12 %), un inoculum sous forme de disque prélevé d'une colonie mycélienne âgée d'une semaine de culture a été introduit dans le trou fait sur les rondelles. L'inoculum est introduit au fond du trou qui a ensuite été refermé avec le cylindre d'igname. Les rondelles témoins ont été inoculées avec des disques de PDA sans champignons (Assiri *et al.*, 2017). Les ignames ainsi traitées ont été conservées dans les bacs stériles en plastique contenant du papier buvard imbibé d'eau distillée stérile afin de maintenir une humidité relative élevée. Ces bacs en plastique ont été enfin conservés au laboratoire, à la température ambiante de 28 ± 2 °C. Pour chacun des champignons testés, 4 rondelles ont été utilisées.

Vérification du postulat de Koch et évaluation du volume de pourriture:

Les symptômes provoqués par les différentes souches fongiques ont été décrits après quatorze jours d'incubation. La description a été faite après rafraîchissement de la surface infestée. Afin de déterminer le volume de pourriture, des coupes horizontales et verticales ont été effectuées sur les rondelles avec un couteau stérile (Assiri *et al.*, 2017).

La hauteur et le diamètre de chaque pourriture ont été mesurés et le volume de pourriture calculé selon la formule de Mascheret Défago (2000).

$$V_p = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

V_p: volume de pourriture; r: rayon de la pourriture; h: hauteur de la pourriture

Test des extraits aqueux: Le procédé de préparation des extraits aqueux a été inspiré de celui de Gbogbo *et al.* (2013). Les feuilles d'*Ocimum gratissimum* et de *Hyptis suaveolens*, récoltées, ont été séchées à l'ombre durant une semaine. Les rhizomes de *Zingiber officinale* ont été trempés dans de l'eau de robinet, débarrassés de leurs peaux, découpés en de petits morceaux puis séchés également à l'ombre durant une semaine. Les organes des plantes (feuilles et rhizomes) séchés ont été réduits en poudre à l'aide d'un mixeur. Les extraits aqueux ont été obtenus en prélevant 10 grammes de chaque poudre de feuilles et de rhizome auxquelles sont ajoutées 100 millilitres d'eau distillée stérile. Les mélanges obtenus sont conservés dans les bocaux durant 24 heures, pour une meilleure diffusion des substances.

Les solutions mères obtenues après filtrage constituent la concentration C₀ = 0.1g/ml. Afin d'avoir une gamme variable de concentrations (Figure 3), les extraits obtenus sont dilués à 25% (C₂ = 0.025g/ml) et à 50 % (C₁ = 0.05g/ml). Les fragments (rondelle de 0,5cm diamètre) des isolats ont été ensemencés dans les boîtes de pétri contenant le PDA amandé d'extrait aqueux. Ces fragments ont été déposés au centre de chaque boîte de pétri à l'intersection des deux droites perpendiculaires tracées au revers des boîtes de pétri. Des observations et des mesures ont été faites les 4^{ème} et 7^{ème} jours.

Paramètres mesures: La croissance de chaque champignon a été déterminée en mesurant les diamètres de la colonie mycélienne le long des deux axes situés au revers des boîtes de pétri. Selon l'étude d'Okigboet Ogbonnaya (2006), la mesure de la croissance mycélienne est la valeur de la moyenne des deux mesures diamétrales. Le pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne des champignons par les extraits *Ocimum gratissimum*, *Hyptis suaveolens* et *Zingiber officinale* a été calculé en fin d'expériences (après sept jours d'incubation) en s'inspirant de la formule de Nwachukwu et Umechuruba (2001).

PI: Pourcentage d'Inhibition de la croissance mycélienne.
DMT :Diamètre Moyen de croissance du Témoin. DME Diamètre Moyen de croissance de l'Essai. L'échelle de sensibilité utilisée, a été inspirée de celle de Kumar *et al.*, (2007) pour évaluer la sensibilité des souches fongiques vis-à-vis des extraits : PI > 75 % = Hautement Sensible ; 50 < PI < 75 % = Sensible ; 25 % < PI < 50 % = Résistant et PI < 25 % Hautement Résistant.

Analyse et traitement des données: Les données recueillies ont été saisies puis ordonnées par le tableur Excel qui par la suite nous a permis de réaliser les graphiques. Les données ont été soumises à une analyse statistique à l'aide du logiciel Statistica version 7. 1. Ce dernier a permis d'utiliser le test de Newman-Keuls au seuil de 5 % ($\alpha = 0,05$) pour la comparaison des moyennes des différents volumes de pourriture au niveau

de chaque variété ainsi que les diamètres de croissances mycéliennes des souches testées.

RESULTATS ET DISCUSSION

RESULTATS

Résultats del'enquête: Les résultats de terrain concernent les différentes variétés d'igname sur le marché durant la période de l'enquête, la provenance de ces ignames, l'estimation du taux de pourriture ainsi que la variété susceptible. Les différentes variétés d'igname rencontrées lors de l'enquête ont été les variétés « Kponan », « Assawa » et « Fassadjô » du complexe *Dioscorea cayenensis-rotundata*. Ces variétés présentes sur le marché de Gros de Bouaké proviennent de différentes localités de plusieurs régions de la Côte d'Ivoire (Tableau 1). Il s'agit de la Bagoué, du Belier, du Béré, du Bounkani, du Gontougou, du Gbèkè, du Hambol, du N'Zi et du Tchologo. Il ressort des données recueillies lors de l'enquête que la moyenne de taux de pourriture est de 15% sur une période de deux semaines (14 jours) de stockage (Tableau 2) avec des proportions variables d'une variété à l'autre. Selon la majorité des magasiniers de vente et de stockage d'igname du MGB (70 % des enquêtés), la variété Kponan, est la plus sensible avec des pertes énormes atteignant 40% de pourriture en un mois de conservation. La variété Fassadjô présente par contre, moins de risque de pourriture.

Symptômes observés et fréquence d'isolement des champignons : Quatre différents types de pourritures (Figure 4) ont été observés sur les tubercules des différentes variétés d'igname échantillonnées dans les magasins de stockages du MGB. Il s'agit de la pourriture humide de coloration verte, la pourriture humide de coloration marron, la pourriture sèche de coloration marron et la pourriture sèche de coloration noire. Neuf espèces fongiques ont été isolées à partir des différents types de pourritures observées sur les tubercules d'igname collectés. Il s'agit de *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Colletotrichum sp.*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium oxalicum*, *Rhizopus stolonifer*, *Rhizopus microsporus* et une souche non identifiée (Tableau 3). Ces différentes souches ont été isolées à partir des trois variétés d'igname avec un taux variable d'isolement (Figure 5). L'espèce *Penicillium oxalicum* a été isolée à une fréquence de 32,5 %, suivis d'*Aspergillus niger* avec un taux d'isolement de 21,5 %. La souche *Fusarium oxysporum* a été isolé à une fréquence de 19,5 % alors que les souches MBF et *Colletotrichum gloeosporioides* ont été isolées avec des fréquences statistiquement identiques de 12,5 % et 13 %. Les espèces *Aspergillus flavus*, *Rhizopus stolonifer*, *Rhizopus microsporus* et *Colletotrichum sp.* ont été isolées minoritairement avec des fréquences respectives de 5 % ; 2,5 % ; 2 % et 2%.

Test de pathogénicité et de sensibilité variétale : Les cinq souches de champignons inoculés ont provoqué différents types de symptômes. Il s'agit de la pourriture humide de coloration verte, de la pourriture humide de coloration marron, et de la pourriture humide de coloration noire (Figure 6). Les volumes de pourritures occasionnés par ces champignons varient en fonction des souches et des variétés (Tableau 4). La variété "Kponan" a enregistré les plus grands volumes de pourritures (Figure 7) due à l'espèce *Penicillium oxalicum* avec un volume

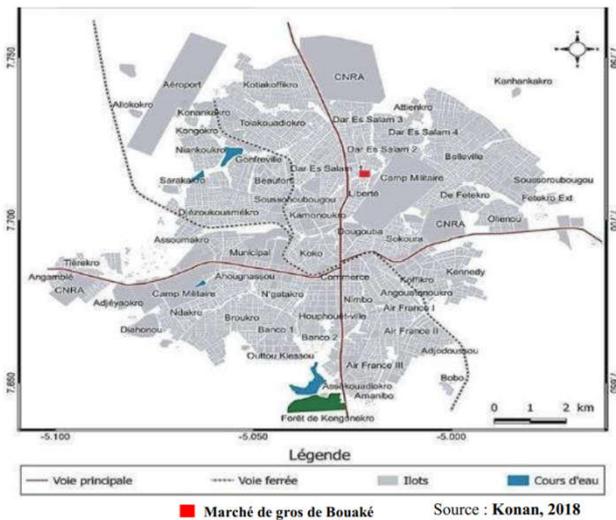


Figure 1. Localisation du marché de gros de Bouaké, site de collecte des échantillons de tubercules d'igname



Figure 2. Tubercules apparemment sains de différentes variétés d'igname utilisées pour le test de pathogénicité

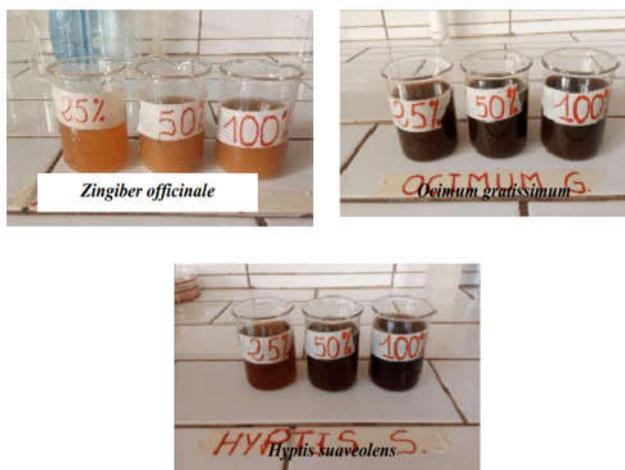


Figure 3. Différentes concentrations des extraits aqueux

Tableau 1. Provenance des différentes variétés d'ignames

REGION	VILLES / Localités
Bélier	Tiébissou
	Aravia
	Dabakala
Hambol	Sataman-sokoura
	Katiola
Gbèkè	Foungolo
	Sakassou
	Bodokro
	Botro
Gontougou	N'guattadolikro
	Brobo
	Bondoukou
N'zi	Kouassikouassikro
	Tiénioué
Béré	Bouandougou
Tchologo	Kong
Boukani	Bouna
Bagoué	Gbon

Tableau 2. Estimation magasin d'ignames en fonction de conservation

N° magasin	Durée de conservation (J)	Quantité estimée d'ignames pourrie (Kg/tonne)	Pourcentage de pourriture (%)
120	30	350	35
132	7	75	8
130	14	160	16
140	7	80	8
150	7	50	5
156	7	150	15
158	17	50	5
160	17	150	15
170	7	35	4
172	7	70	7
178	7	50	5
180	30	400	40
196	10	50	5
228	10	50	5
168	7	100	10
159	7	150	15
163	3	100	10
151	14	250	25
149	4	50	5
145	17	150	15

143	7	60	6
141	30	350	35
137	10	100	10
135	2	20	2
125	4	50	5
123	7	125	13
121	14	200	20
104	17	200	20
106	17	215	22
110	28	300	30
114	17	90	9
112	21	350	35
119	21	150	15
117	21	100	10
105	30	400	40
109	21	100	10
115	21	200	20
165	7	100	10
TOTAL	13,79	148,16	14,82

de 108,89cm³ suivis des souches *Colletotrichum gloeosporioides* et *Fusarium oxysporum* avec respectivement des volumes de 79,58 cm³ et 77,36cm³. Les plus faibles volumes ont été provoqués par *Aspergillus niger* et MBF qui sont respectivement de 67,93cm³ et 59,93cm³.

La variété "Assawa" a enregistré des volumes plus ou moins identiques selon les souches (Figure 8). Les espèces *Penicilliumoxalicum* et *Aspergillusniger* ont induit les plus grands volumes qui se chiffrent respectivement à 78,76cm³ et 81,47cm³ suivit de la souche *Colletotrichum gloeosporioides*

(64,66cm³) et de la souche MBN (57.96cm³). *Fusarium oxysporum* a induit le plus faible volume sur cette variété avec un volume se chiffrant à 51,15 cm³. La variété "Fassadjô" enregistre les plus faibles volumes de pourritures (Figure 9). L'espèce *Penicilliumoxalicum* a induit le plus grand volume de pourriture sur cette variété (33,35cm³). Viennent ensuite, les souches *Colletotrichum gloesporioides* et MBF avec respectivement 20,29 cm³ et 20,15 cm³. Les espèces *Fusarium oxysporum* et *Aspergillus niger* ont respectivement induit 12,53 cm³ et 12.08 cm³ comme volume de pourriture.



A: Pourriture humide de coloration verte
 C: Pourriture sèche de coloration m
 - rotundata; B: Pourriture humide de coloration marron
 arron ; D: Pourriture sèche de coloration noire

Figure 4. Différents types de pourritures observées sur les différentes variétés de tubercules du complexe *Dioscorea cayenensis*

Test d'extrait aqueux : L'analyse des graphique présente l'effet des extraits sur la croissance mycélienne des différentes souches. Ces graphes mettent en exergue le pourcentage d'inhibition de chaque souche par dose d'extrait au fil du temps (4^{ème} et 7^{ème} jour).

Extrait aqueux de *Zingiber officinale*: Après 4 jours d'incubation, seule la souche *Colletotrichum gloesporioides* a été fortement inhibée aux différentes concentrations de l'extrait aqueux de *Zingiber officinale* avec un pourcentage d'inhibition (PI) de 75 % à 85 %. La souche *Penicillium oxalicum* a enregistré un PI de 47 % aux concentrations C₀(0,1 g/ml) et C₁(0,05 g/ml) et 50 % à C₂(0,025 g/ml). La souche *Fusarium oxysporum* a enregistré des PI de 51 % à 53 % aux différentes concentrations. La souche MBF a enregistré un PI de 63 % à C₀ et des PI de 40 % à C₁ et 48 % à C₂. *Aspergillus niger* a enregistré des PI négatifs aux concentrations C₀ et C₁ et 0 % à C₂ (Figure 10). Au 7^{ème} jour, les souches *C.gloesporioides* (80 %) et MBF (66 %) ont enregistré des PI nettement supérieur à 50 % à la concentration C₀(0,1 g/ml). Les mêmes observations sont faites aux concentrations C₁(0,05 g/ml) et C₂(0,025 g/ml) pour les souches *P. oxalicum* (54 %) et *C.gloesporioides*(74 %). La souche *F. oxysporum* par contre a enregistré un PI inférieur à 50 % aux différentes concentrations d'extrait. L'espèce *A. niger* a enregistré des PI négatifs aux différentes concentrations de l'extrait (Figure 11).

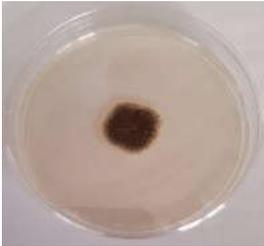
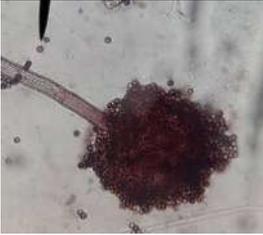
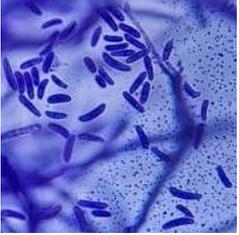
Extrait aqueux de *Ocimum gratissimum*: Au 4^{ème} jour d'incubation, la souche *Colletotrichum gloesporioides* a enregistré des PI élevés (76 % à 78 %) aux trois concentrations de l'extrait. A l'exception d'*Aspergillus niger* qui a enregistré des PI négatifs, les souches *Penicilliumoxalicum*, *Fusarium oxysporum* et MBF ont enregistré des PI inférieur à 50 % (Figure 12). Après 7 jours d'incubation, les mêmes observations ont été faites avec cette fois des PI allant de 63 % à 75 % au compte de la souche *Colletotrichum gloesporioides* (Figure 13). Les autres souches ont enregistré des PI inférieur à 50 %.

Extrait aqueux de *Hyptis suaveolens*: Au 4^{ème} jour d'incubation, les souches *Fusarium oxysporum* (53 %) et *Colletotrichum gloesporioides*(79 %) ont enregistré des PI supérieur à 50 % à la concentration C₀. Les mêmes observations sont faites aux concentrations C₁ et C₂ pour les souches *C.gloesporioides*(PI compris entre 76 % et 79 %) et MBF (PI =55 %). La souche *P.oxalicum* a enregistré des PI inférieur à 50 %. Quant à l'espèce d'*Aspergillus niger*, elle a enregistré des PI négatifs (Figure 14). Après 7 jours d'incubation, les souches *C.gloesporioides* (80 %) et MBF (66 %) ont enregistré des PI supérieur à 50 % à la concentration C₀(0,1 g/ml). Les mêmes observations ont été faites aux concentrations C₁ et C₂ pour les souches *P. oxalicum* (PI compris entre 50% et 54%) et *C.gloesporioides* (PI compris entre 69% et 74 %) à de l'extrait d'*Hyptis suaveolens* (Figure 15).

DISCUSSION

Cette partie prend en compte les données recueillies sur le terrain durant la période de l'enquête et celles engendrées par les différentes activités (isolements et identifications des champignons, test de pathogénicité et test d'extrait aqueux) effectuées au laboratoire. Les différentes variétés « Kponan », « Assawa » et « Fassadjô » du complexe *Dioscorea cayenensis-rotundata* rencontrées durant la période du 14 au 16 Août 2020 de l'enquête correspondent aux variétés d'ignames précoces disponibles à mi-saison. Les mêmes variétés ont été relevées par Kassi-Djodjoet *al.*, (2017) dans une étude portant sur la chaîne de transport de l'igname au marché de gros de Bouaké. Les neuf régions, répertoriées lors de l'enquête, ravitaillant le Marché de gros sont situées dans et au-dessus du V Baoulé (zone savanicole). Les climats Baouléen et Sud-soudanien couvrant cette zone bénéficieraient d'une pluviométrie suffisante, d'un type de sol adapté (terre arable), en somme d'un climat propice à la production de l'igname. Ces neuf régions convoient l'essentiel de leurs productions d'igname en direction du Marché de Gros de Bouaké, certainement en raison de son statut de marché sous régional. Le faible taux de pourriture des tubercules d'igname (15% environ) s'expliquerait par la durée relativement courte de conservation de celles-ci qui est de 14 jours en moyenne. En effet, l'objectif des tenanciers de magasin du marché de gros de Bouaké n'étant pas la conservation à long terme des ignames mais, plutôt leur commercialisation. La sensibilité de la variété Kponan serait donc variétale. Aussi, les blessures occasionnées aux tubercules d'ignames durant le transport et le déchargement constitueraient le premier facteur de contamination par les champignons et les conditions d'entrepôts le second. Les symptômes observés sur les trois variétés ont fait l'objet de différents tests au laboratoire.

Tableau 3. Espèces de champignons isolées à partir des échantillons d'ignames pourris

Tableau 3 :Espèces de champignons isolées à partir des échantillons d'ignames pourris Descriptions des espèces	Aspect macroscopique	Aspect microscopique (G x 40)
<p><i>Aspergillus niger</i> van Tieghem (1867) Colonie mycélienne dense de couleur noire à bordure blanche à maturité Hyphe cloisonné portant de nombreux Conidiospores dressés, terminés en vésicule, couvert l'entièreté de conidies</p>		
<p><i>Aspergillus flavus</i> Link (1809) Colonies vertes-jaune, relativement planes avec une marge blanche conidiophores hyalins, rugueux Vésicules, sont subglobuleusesphialides, portées sur les métules, sont unisériées et rayons couvrant entièrement la vésicule</p>		
<p><i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenb.) Vuill. (1902) Thalle de couleur blanche devenant brun-noir à maturité d'aspect duveteux en boîte de pétri avec fructifications noirâtres distinctes. Sporocystophores bruns, réunis au niveau d'un rhizoïde et se terminant par un sporocysteglobulaire marron à noirs à la surface du mycélium, coiffé d'une columelle persistante et distincte</p>		
<p><i>Rhizopus microsporus</i> Tiegh. (1875) Thalle de couleur blanche devenant grisâtre à maturité. Mycélium différencié en stolons, rhizoïdes et sporangiophores isolés ou en bouquets. Sporocystes sphériques et bruns avec une courte apophyse et une columelle globuleuse</p>		
<p><i>Colletotrichum</i> sp. Corda (1831) Thalle blanc grisâtre à revers grisâtre. Hyphes mycéliens cloisonnés. Présence de conidies unicellulaires présentant des formes cylindriques et fusiformes</p>		
<p><i>Penicillium oxalicum</i> Currie, J.N.; Thom, C. (1915) Thalle mycélien verdâtre, d'aspect velouté à filaments septés et hyalin. Conidiophores septés en forme de pinceau avec des phialides en verticilles qui donnent des conidies disposées en longues chaînes.</p>		
<p><i>Fusarium oxysporum</i> Schltdl. (1824) Mycélium blanc cotonneux à revers jaune ocre à brunâtre. Hyphes mycéliens cloisonnés et ramifiés. Présence de microconidies et de macroconidies cloisonnées et de forme variables.</p>		

Continue ...

<p>MBF Mycélium dense, blanc d'aspect floconneux Hyphes ramifiés cloisonnés et fins. Conidies ou spores absentes.</p>		
<p><i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penz.) Penz. & Sacc. (1884) Mycélium blanc cotonneux à revers grisâtre. Présence abondante de conidies hyalines unicellulaires, cylindriques à ellipsoïdes</p>		

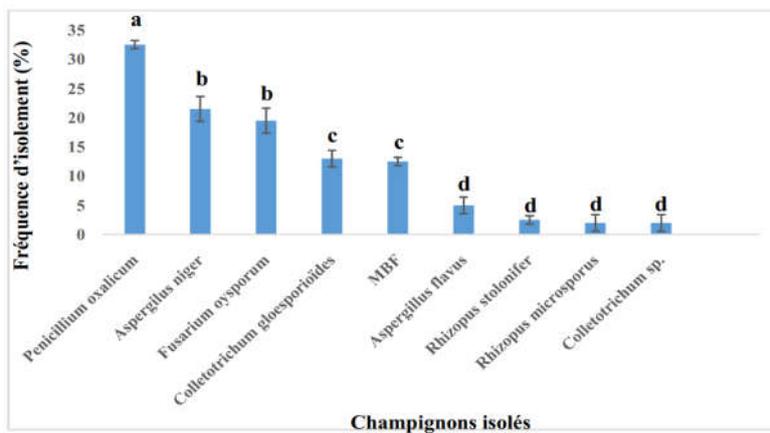


Figure 5. Fréquence d'isolement des espèces fongiques

Coloration externe	Coloration interne	
		A
		B
		C



Figure 6. Pourritures induites par les différentes souches fongiques A:*Penicilliumoxalicum* ;B:*Aspergillus niger*; C:*Fusarium oxysporum*; D:*Colletotrichum gloeosporioides* ; E: MBF

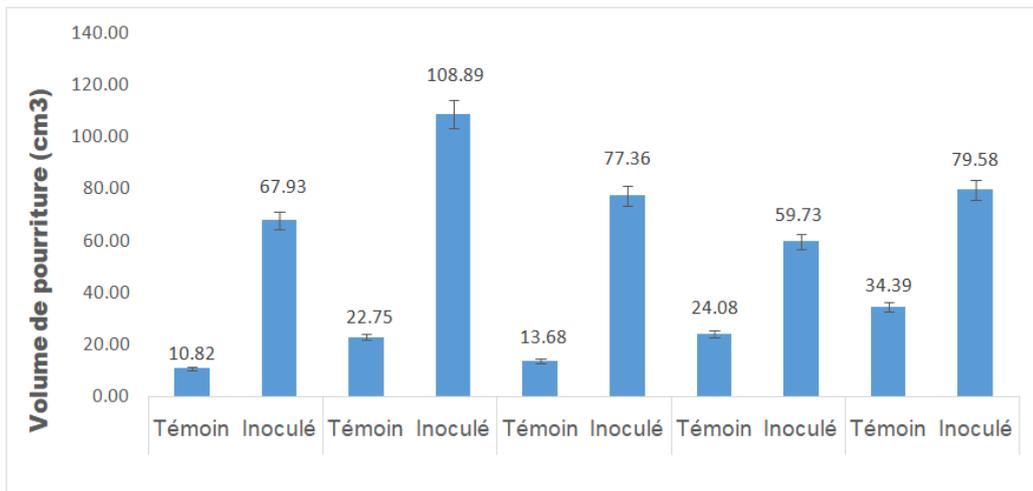


Figure 7. Volumes de pourritures des différentes souches enregistrés sur la variété Kponan

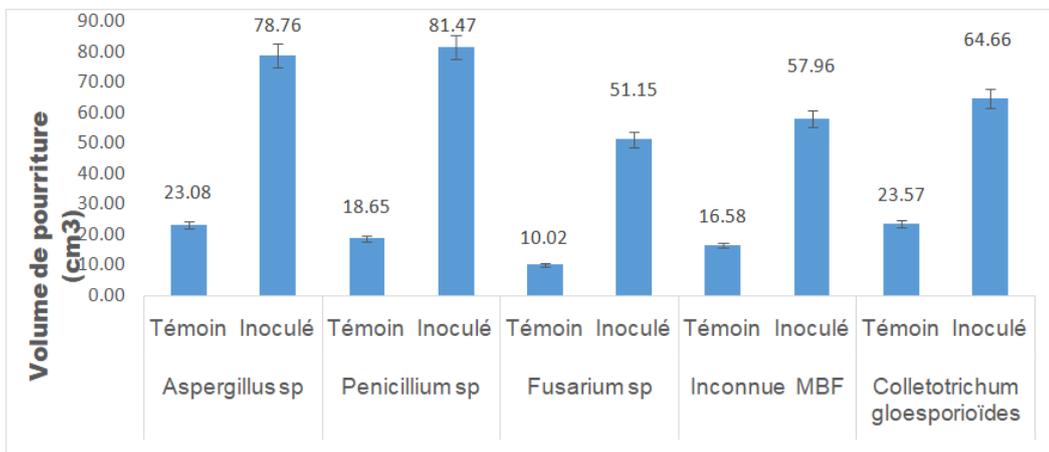


Figure 8. Volumes de pourritures des différentes souches enregistrés sur la variété Assawa

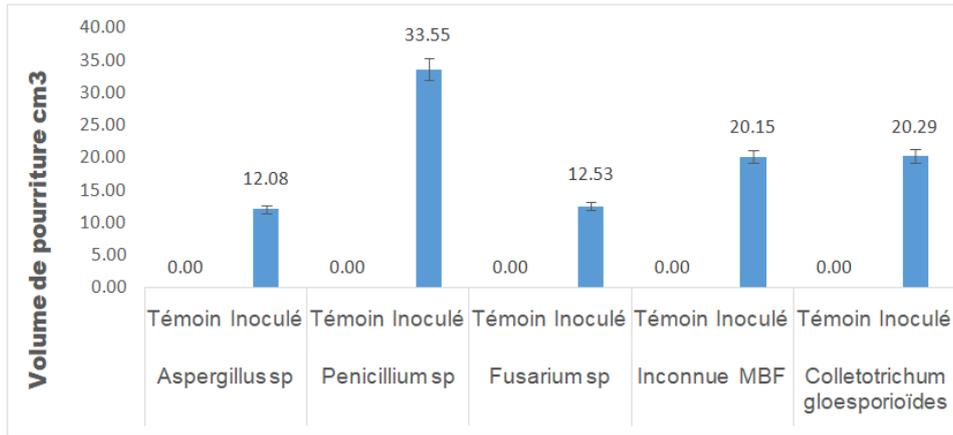


Figure 9. Volumes de pourritures des différentes souches enregistrés sur la variété Fassadjô

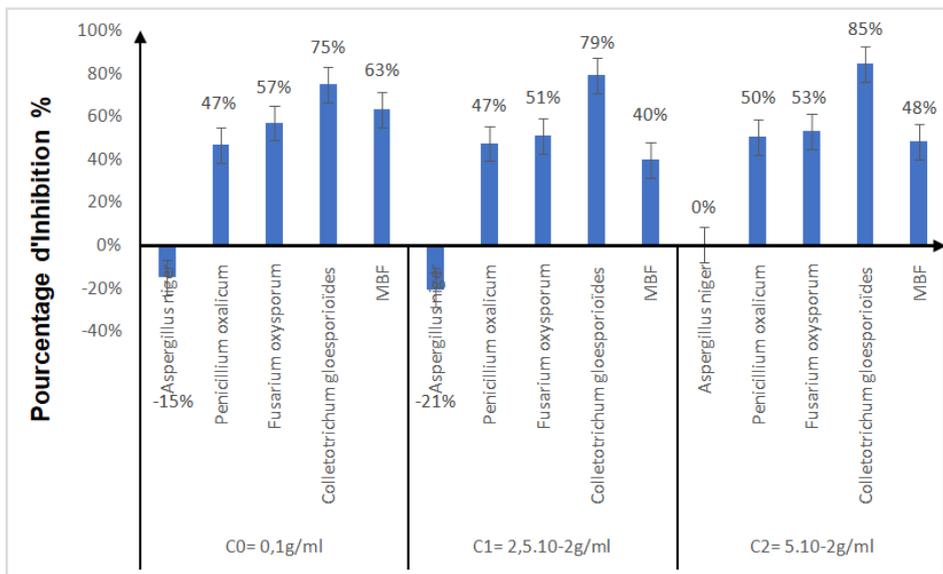


Figure 10. Pourcentage d'inhibition de Zingiber officinale au 4ième jour sur les différentes souches

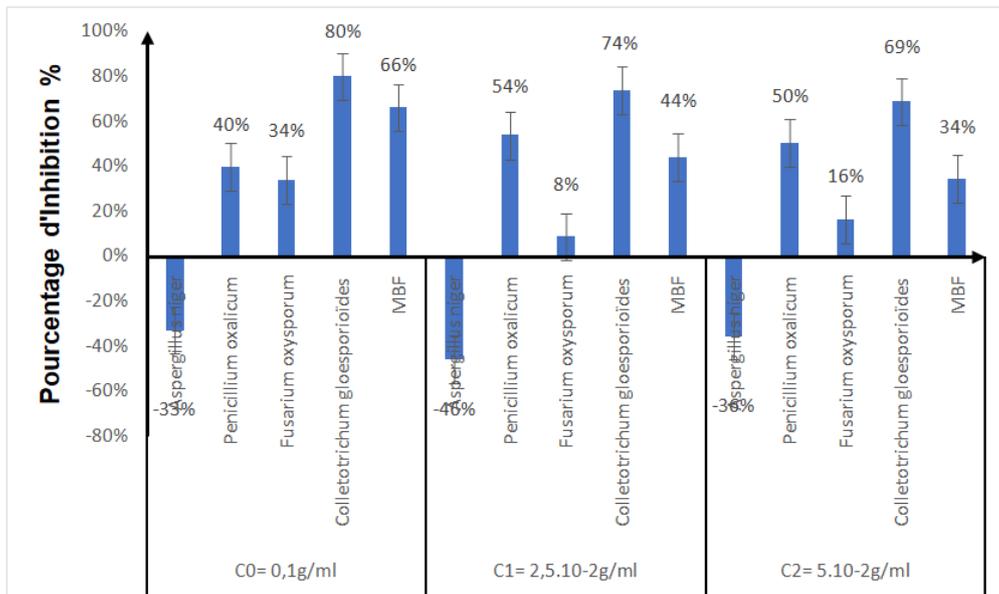


Figure 11. Pourcentage d'inhibition de Zingiber officinale au 7ième jour sur les différentes souches

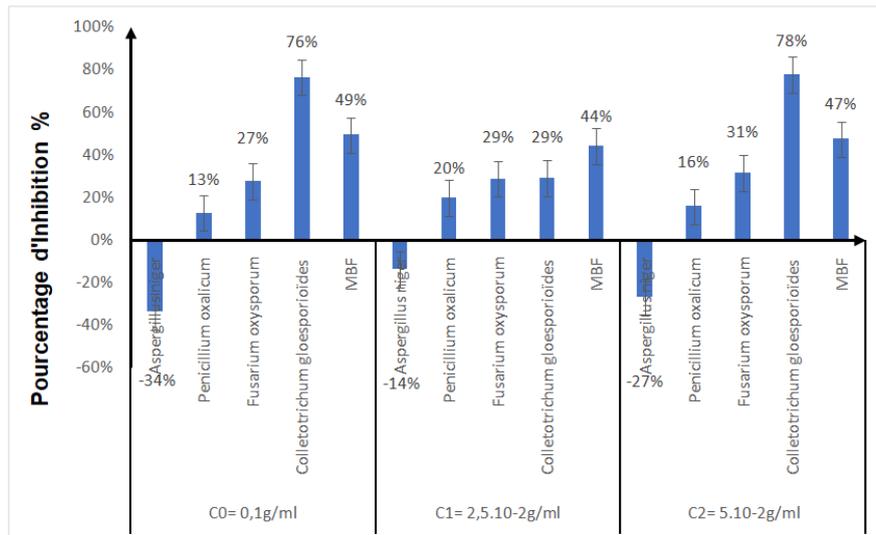


Figure 12. Pourcentage d'inhibition de *Ocimum gratissimum* au 4^{ème} joursur les différentes souches

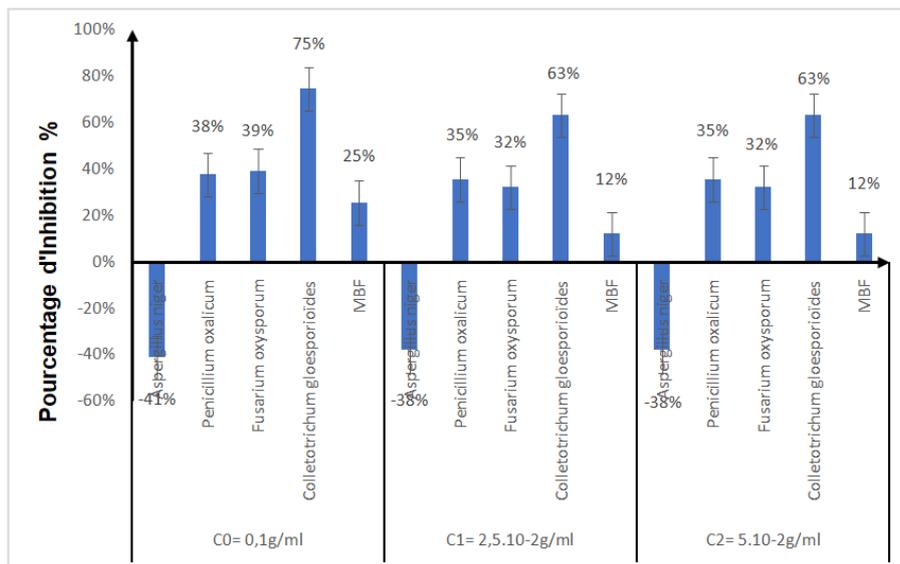


Figure 13. Pourcentage d'inhibition de *Ocimum gratissimum* au 7^{ème} joursur les différentes souches

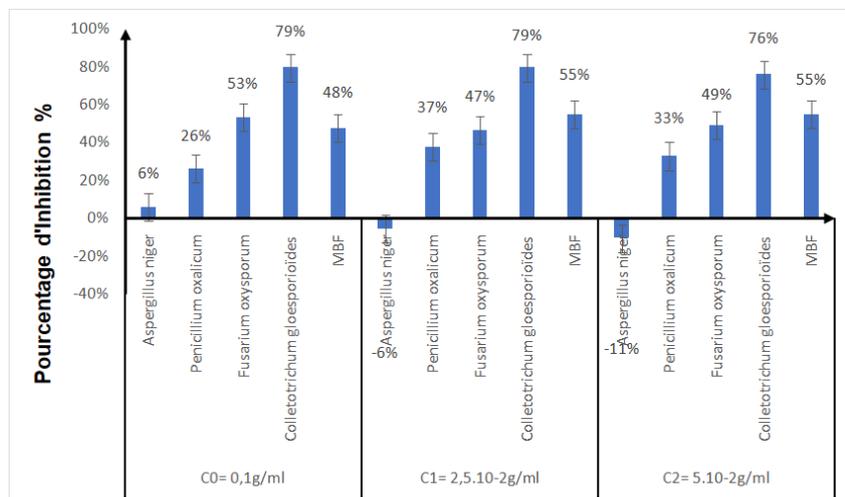


Figure 14. Pourcentage d'inhibition d'*Hyptis suaveolens* au 4^{ème} jour sur les différentes souches

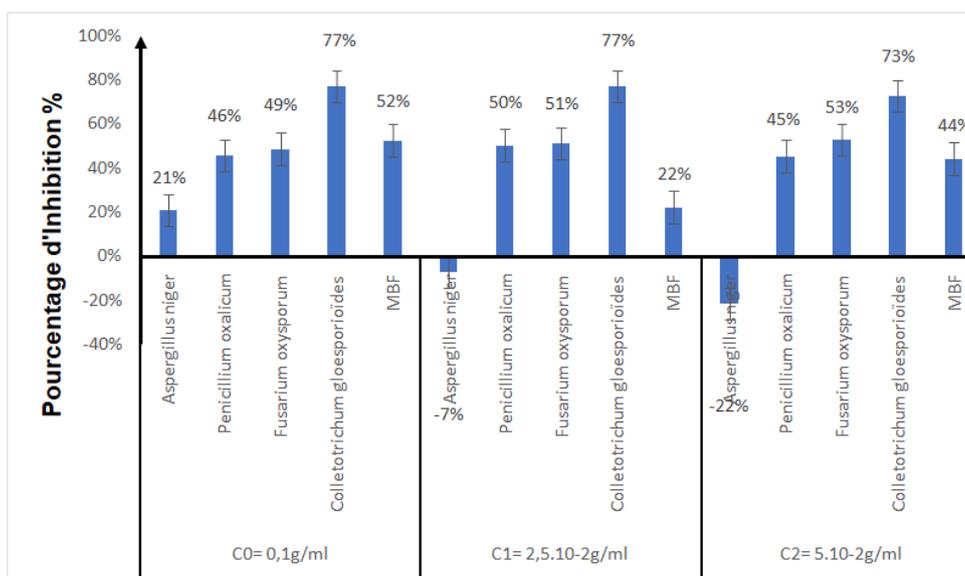


Figure 15 . Pourcentage d'inhibition d'Hyptissouaveolens au 7^{ème} jour sur les différentes souches

De ces symptômes nous avons isolés et identifiés neuf champignons dont *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Colletotrichum* sp., *Fusarium oxysporum*, *Penicillium oxalicum*, *Rhizopus stolonifer*, *Rhizopus microsporus* et une souche non identifiée. Ces résultats sont en conformité avec ceux de Okigbo et Ogbonaya, 2006 ; Nweke et Agbogidi, 2008 ; Nweke, 2015 qui dans des études antérieures ont montré que ces différents champignons sont inféodés aux pourritures d'igname en stock. Ces auteurs ont également montré que les champignons isolés à partir des pourritures d'ignames sont généralement *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Botryodiplodia theobromae*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Penicillium oxalicum*, *Rhizopus nodosus*. Les champignons inoculés à savoir *Aspergillus niger*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium oxalicum*, *Colletotrichum gloeosporioides* et MBF ont causé des pourritures aux rondelles d'igname des trois variétés du complexe *Dioscorea cayenensis-rotundata* au cours du test de pathogénicité. Cela montrerait la capacité de ces champignons à utiliser les éléments nutritifs présents dans l'igname pour leur croissance et leur développement, quel qu'en soit la variété (Okigbo et Ikediugu, 2000).

Ces résultats sont en conformité avec les travaux de Assiri *et al.*, (2017) qui, suite aux tests de pathogénicité effectués avec chacun des champignons qu'ils ont isolé des tubercules d'ignames symptomatiques, ont montré la capacité de ces organismes à provoquer des pourritures. Le test de pathogénicité réalisé au cours de notre étude a révélé que tous les champignons inoculés ont induit des symptômes et causés des volumes de pourriture de différentes tailles. Ainsi, les espèces *Aspergillus niger* et *Penicillium oxalicum* ont induit les pourritures les plus importantes. Ces résultats sont conformes à ceux de Yusuf et Okusanya (2008) et Assiri *et al.*, (2017) qui ont observé que *Aspergillus niger* et *Penicillium oxalicum* sont parmi les plus importants champignons responsables de pourritures de l'igname en post-récolte. De plus, le test a également révélé que l'espèce *Penicillium oxalicum* est la plus isolée et celle qui a engendré le plus grand volume de pourriture se montrant ainsi la plus

pathogénique des champignons inoculés. Il ressort également des études de Ikotun (1983), sur les pourritures de l'igname lors du stockage, que l'espèce *Penicillium oxalicum* a été le champignon le plus fréquemment isolé aussi bien sur *D. cayenensis-rotundata* que sur *D. alata*, suivie de *Aspergillus niger*. Ces mêmes observations ont été faites par Assiri *et al.*, (2009) dans leur étude portant sur la « Réaction de deux espèces d'igname (*Dioscorea* spp.) traitées avec du vin de palme (*Eleaisguineesis* Jacq.) aux champignons responsables des pourritures d'igname ». Au cours de cette étude, le volume de pourriture le plus élevé sur les deux variétés d'igname a été induit par *P. oxalicum*, se présente ainsi le plus virulent de tous les champignons inoculés. Pour les auteurs, Noon (1978), Foua-Biet *et al.* (1979) et Ricci *et al.* (1979), les *Penicillium* sont les agents pathogènes qui causent globalement les plus graves dégâts.

Tableau 4. Volumes de pourriture en fonction des souches et des variétés

Souches fongiques		Volume de pourriture des différentes variétés		
		Kponan	Assawa	Fassadjô
<i>Aspergillus niger</i>	Témoin	10,82	23,08	0,00
	Inoculé	67,93	78,76	12,08
<i>Penicillium oxalicum</i>	Témoin	22,75	18,65	0,00
	Inoculé	108,89	81,47	33,55
<i>Fusarium oxysporum</i>	Témoin	13,68	10,02	0,00
	Inoculé	77,36	51,15	12,53
Inconnue 1 MBF	Témoin	24,08	16,58	0,00
	Inoculé	59,73	57,96	20,15
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Témoin	34,39	23,57	0,00
	Inoculé	79,58	64,66	20,29

À l'issue des tests d'inoculation, la variété "Kponan" s'est révélée la plus sensible se traduisant par le plus grand volume de pourriture enregistré. Contrairement aux variétés "Kponan" et "Assawa", la variété "Fassadjô" a été la moins susceptible aux pourritures. Cela pourrait ainsi traduire une différence de sensibilité variétale aux attaques de microorganismes aussi bien en champ qu'au stockage. En effet, les champignons infectent les tubercules par l'intermédiaire de champignons présents dans le sol ou sur les feuilles pendant la culture ou encore au travers des blessures provoquées lors de la récolte ou du

transport des tubercules (Assiriet al., 2010). Il ressort de l'analyse, que tous les traitements testés aux différentes concentrations montrent une certaine réduction de la croissance mycélienne des souches fongiques. Leurs effets diffèrent en fonction des extraits végétaux et des concentrations. La souche *C. gloesporioides* est hautement sensible aux différentes concentrations de l'extrait de *Z. officinale* aux 4^{ème} et 7^{ème} jour. Aussi, Les espèces *P. oxalicum*, *F. oxysporum* et MBF ont été sensibles à l'extrait aqueux de gingembre au 4^{ème} jour. Au 7^{ème} jour, seules les souches *C. gloesporioides* et *P. oxalicum* ont été sensibles. Cela dénote de l'efficacité de l'extrait de *Z. officinale*. Ce constat s'expliquerait par le fait que cette plante possède des molécules antifongiques. En effet, Okigboet Nmeka (2005) ont mis en évidence cette activité antifongique lors de leurs travaux montrant ainsi que cette plante contient des substances qui inhibent la croissance des champignons. Ces observations rejoignent celles de Raouf, (2015) qui a démontré l'effet des extraits de gingembre (*Z. officinale*) et de tabac (*N. tabacum*) sur *C. gloesporioides* agent responsable de l'antracnose de l'igname.

L'extrait d'*O. gratissimum* a inhibé la croissance mycélienne de la souche *C. gloesporioides* à plus de 63 % aux 4^{ème} et 7^{ème} jour montrant ainsi la haute sensibilité de cette souche. Les souches *F. oxysporum*, *P. oxalicum*, *A. niger* et MBF ont montré une résistance aux différentes concentrations de cet extrait. Bien qu'ayant enregistré une résistance chez la plupart des souches fongiques, il n'est cependant pas à exclure que cet extrait d'*O. gratissimum* contient des composés antifongiques. En effet, Doumbouya et al. (2012), Koffi et al. (2013) et Kobenan et al. (2018), dans leurs études ont mis en évidence l'effet des groupes de composés chimiques antifongiques d'*O. gratissimum* sur les microorganismes. L'extrait d'*H. suaveolens* a inhibé à plus de 50 % les souches *P. oxalicum*, *F. oxysporum*, *C. gloesporioides* et MBF. Agban et al. (2013), dans leur étude sur le « Potentiel antimicrobien des extraits de feuilles d'*H. suaveolens*. » ont montré que l'extrait aqueux des feuilles de cette plante présente un meilleur rendement en composés antifongiques. Ce qui justifierait le taux d'inhibition de plus 50% sur les quatre souches testées. L'action inhibitrice de l'extrait aqueux montre que les composés antifongiques qui agissent sur la croissance mycélienne y sont représentés. L'effet antifongique d'*H. suaveolens* par ailleurs a été confirmé par les travaux de Pachkore et al., (2011).

CONCLUSION

Le réseau de ravitaillement du MGB comprend essentiellement neuf régions de la Côte d'Ivoire que sont : Bagoué, Belier, Béré, Bounkani, Gontougou, Gbèkè, Hambol, N'Zi et Tchologo. L'inventaire des champignons responsables des pourritures d'igname au cours du stockage a mis en évidence les espèces tels que *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Colletotrichum gloesporioides*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium oxalicum*, *Rhizopus stolonifer*, *Rhizopus microsporus*, *Colletotrichum gloesporioides* et une souche non identifiée (MBF). Ces souches fongiques isolées ont provoqué des pourritures de diverses colorations sur les trois variétés d'ignames testées (Kponan, Assawa et Fassadjô). À l'issue des tests de pathogénicité, l'espèce *P. oxalicum* a présenté l'activité pathogénique la plus élevée et la variété Kponan s'est révélée la plus sensible alors que la variété Fassadjô a été la moins vulnérable. En outre, les extraits aqueux des plantes de *Z. officinale* et d'*H. suaveolens* ont montré un effet inhibiteur de

la croissance mycélienne pour la plupart des espèces fongiques (*P. oxalicum*, *F. oxysporum*, *C. gloesporioides* et MBF) et un effet dynamogène pour *A. niger*. L'extrait aqueux d'*O. gratissimum* a été efficace que sur la seule souche de *C. gloesporioides*. Les résultats probants obtenus, à l'issue du test des extraits aqueux sur la croissance mycélienne des souches fongiques, pourront faire l'objet d'une étude plus poussée pour l'identification des molécules impliquées afin de formuler des biofongicides à base de ces plantes.

REFERENCES

- Agban A., Atchou K., Tchacondo T., Hoekou Y. P., Batawila K. et De Souza, C. 2013. Potentiel antimicrobien des extraits de feuilles d'*Hyptissuaveolens* poit. Journal de Recherches des Sciences Universitaire de Lomé (Togo), Série A 15 (3) : 37-44.
- Anses. 2017. Risques d'introduction d'organismes nuisibles via des vitroplants de patate douce (*Ipomoea batatas*) et d'igname (*Dioscorea* sp.). Rapport d'appui scientifique et technique. Saisine « 2016-SA-0129 Patate douce-Igname » 62 p.
- Assi S. T. 2015. Champignons associés aux pourritures de l'igname *Dioscorea cayenensis-rotundata*; (Dioscoreaceae) en post-récolte. Mémoire de Master, Université NANGUI ABROGOUA, Abidjan, Côte d'Ivoire. 36 p
- Assiri K.P., Diallo A.H. et Aké S. 2009. Réaction de deux espèces d'igname (*Dioscorea* spp.) traitées avec le vin de palme (*Elaeis guineensis* Jacq.), aux champignons responsables de pourriture d'igname. Afrika focus 22 (2): 11-26.
- Assiri K.P., Diallo A.H. et Aké S. 2010. Evaluation du potentiel antifongique du vin de palme contre les champignons responsables de pourritures des tubercules d'igname (*Dioscorea* spp.) pendant le stockage au champ. *Journal of Applied Biosciences*, 29: 1753-1765.
- Assiri K. P., Koutoua S. et Assi S. T. (2017). Champignons responsables de pourritures de l'igname *Dioscorea cayenensis-rotundata* variété kponan en post-récolte. *Journal of Applied Biosciences* 111: 10957-10968
- Blancard D. (2009). Les maladies de la tomate : Identifier, connaître, maîtriser. Édit. Quae, France. 679 p.
- Botton B., Bretton A. et Fevre M. P. (1990). Moisissures utiles et nuisibles, Importance industrielle. Collection biotechnologies. 2^e édition, Masson Paris, 498 P.
- Davet P. et Rouxel F. 1997. Détection et isolement des champignons du sol. Techniques et Pratiques, INRA. 203 p.
- Doumbouya M., Abo K., Lepengue A.N., Camara B., Kanko K., Aidara D. et Kone D. (2012). Activités comparées *in vitro* de deux fongicides de synthèse et de deux huiles essentielles, sur des champignons telluriques des cultures maraîchères en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 50: pp. 3520–3532
- FAOSTAT. (2019). Données de l'alimentation et de l'agriculture <http://www.fao.org/faostat/fr> (consulté le 20/08/2021).
- Foua-Bi K., Babacauh K. D. et Demeaux M. (1979). Pertes sur les ignames au cours du stockage causes et méthodes de lutte. La conservation des denrées alimentaires cultivées en climat chaud et humide. Actes du premier colloque international de technologie (CIT), Yaoundé 5-10 novembre 1979, Paris, AUPELF ; pp 395-412

- Gbogbo K. A., Dourma M., Akpavi S., Batawila K. et Akpagana K. (2013). Evaluation de l'activité antifongique de *Ficus platyphylla* Del. (Moraceae). *European Scientific Journal* ; 9 (33) : 252-260
- Ikotun T. (1983). Postharvest microbial rot of yam tubers in Nigeria *Fitopatologia Brasileira*, 8, 1-7
- Kassi-Djodjo I., BAMBA V. et Koffie-Bikpo C. (2017). La chaîne de transport de l'igname au marché de gros de Bouaké. (EDUCI) *Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement*, n°2, pp. 192-201.
- Kobenan K. C., Tia V. E., Kouakou M., Bini K. K. N., Dagnogo M., Dick A. E. et Ochou O. G. (2018). Comparaison du potentiel insecticide des huiles essentielles de *Ocimum gratissimum* L. et de *Ocimum canum* Sims sur *Pectinophora gossypiella* Saunders (Lepidoptera : Gelechiidae), insecte ravageur du cotonnier en Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal* ; 14 (21) 286-301
- Koffi A.M., Tonzibo Z.F., Delort L., Ruiz N., Caldefie-Chézet L. et Chalchat J. C. (2013). Corrélation entre la composition chimique et l'activité antifongique des huiles essentielles à prédominance thymol sur *Candida albicans* et *Aspergillus fumigatus*. *Phytothérapie* ; 11:134-139
- Kouakou A. J.-M. K. (2018). La commercialisation des légumes cultivés dans l'espace urbanisé de Bouaké : une réorganisation des intermédiaires commerciaux. *Géocarrefour* [En ligne], 93/2 | 2019. Mis en ligne le 17 janvier 2020. Consulté le 21 septembre 2021. URL : <http://journals.openedition.org/geocarrefour/13764>; DOI: <https://doi.org/10.4000/geocarrefour.13764>. 23p
- Kumar R., Kamra D.N., Neeta A. et Chaudhary L. C. (2007). Méthanogènes et fermentation *in vitro* d'aliments contenant des tourteaux d'oléagineux à la liqueur de rumen de buffle. *Asiatique-Aust. J. Anim. Sci.*, 20 (8): 1196-1200
- Lebot V. (2009). Tropical root and tuber crops : cassava, sweetpotato, yams and aroids. Wallingford : CABI, 432 p. (Crop Production Science in Horticulture, 17) ISBN 978-1-84593-424-8
- Ikotun T. (1983). Postharvest microbial rot of yam tubers in Nigeria. *Fitopatologia Brasileira* 8 : 1-7
- Mahyao A. G. (2007). Étude de l'efficacité du système d'approvisionnement et de distribution des ignames précoces Kponan à travers le circuit Bouna – Bondoukou – Abidjan en Côte d'Ivoire. Thèse de l'Université de Cocody – Abidjan, UFR SEG ; 219 p
- Mascher F. et Défago G. (2000). Biocontrol of yam tuber postharvest rot in western Africa. Institut for plant sciences, ETA Zürich-zentrum, Zürich. Scientific report, 27 p.
- Messiaen C.M., Blancard D., Rouxel F. et Lafon R. (1991). Les maladies des plantes maraichères. INRA. Paris, France. Collection Du Labo au terrain. 568 p.
- Noon P.A. (1978). Storage and market diseases of yams. *Tropical Science* 20: 177-188.
- Nwachukwu E.O et Umechuruba C.I. (2001). Antifungal activities of some leaf extracts on seed-borne fungi of african yam bean seeds, seed germination and seedling emergence. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 5 (1): 29-32.
- Nweke F.U. (2015). Some fungal pathogens of yam (*Dioscorea* spp.) in storage and the effects of their infection on the nutrient composition. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare* ; 5 (12) : 153-157
- Nweke F.U et Agbogidi O.M. (2008). Fungi associated with the spoilage of pawpaw fruits sold in Asaba- Nigeria. *Journal of Pest Disease and Vector Management* 8 : 449-451.
- Okigbo R. N. et Ikediugwu F.E.O. (2000). Studies on biological control of postharvest rot of yams (*Dioscorea* spp.) with *Trichoderma viride*. *Journal of Phytopathology* 148: 351-355.
- Okigbo R.N. et Nmeke I.A. (2005). Control of yam tuber rot with leaf extracts of *Xylopiiaethiopica* and *Zingiber officinale*. *African Journal of Biotechnology*; 4 (8): 804-807.
- Okigbo R.N. et Nmeke I.A. (2005). Contrôle de l'igname tubercule avec des extraits de feuilles de *Xylopiiaethiopica* et *Zingiber officinale*. *Afr. J. Biotechnol.* 4: 804-807.
- Okigbo R.N. et Ogbonnaya UO. (2006). Antifungal effects of two tropical plant leaf extracts *Ocimum gratissimum* and *Aframomum melegueta* on postharvest yam (*Dioscorea* spp.) rot. *African Journal of Biotechnology*, 5(9): 727-731.
- Otusanya M. O. et Jefer M.J. (1996). Effect of *Aspergillus niger* on shoot emergence and vine development in field sown yams (*Dioscorea* spp.) and root development and long-term storage conditions. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 38: 89-100.
- Pachkore G. L., Dhale D. A., Dharasurkar A. N. (2011). Antimicrobial and phytochemical screening of *Hyptis suaveolens* (L.Poit) Lamiaceae. *Internat. Multidiscipl. Res. J.*, 1(4), 1-3.
- Raouf A. (2015). Effet des extraits de gingembre (*Zingiber officinale*) et de tabac (*Nicotiana tabacum*) sur *Colletotrichum gloeosporioides* agent responsable de l'anthracnose de l'igname ; Mémoire de Master Université NANGUI ABROGOUA, Abidjan, Côte d'Ivoire. 31p.
- Ricci P., Torregrossa J. P. et Arnolin R. (1979). Storage problems in the Cush-Cush Yam. I.- Postharvest decay. *Tropical Agriculture* 56 (1): 41-48
- Tschannen A.T., Touré M., Stressens S. P., Dao D., Nindjin C. et Girardin O. (2003). Technologie post récolte de l'igname (*Dioscorea* spp.): Adaptation de l'application de l'acide gibbérélique (GA3) aux conditions paysannes. *Agronomie Africaine*, 4 : 83-90
- Vernier P. et Bricas N. (2000). Perspectives pour la filière igname : le système Cossette lève plusieurs contraintes. *Bulletin du Réseau Technologie et Partenariat en Agroalimentaire* 18 : 8-12.
- Walder M. (1996). Statistique et calcul des probabilités. 7^e édition Dalloz Paris. pp 225-227
- Yusuf C. et Okusanya B. (2008). Fungi associated with the storage rot of yam (*Dioscorea Rotundata* Poir) in Yola State. *Journal of Sustainable Development in Agriculture and Environment*, 2: 99-103.